DAS

CENTRAL-NERVENSYSTEM

VON

HIRUDO MEDICINALIS.

EINE ANATOMISCHE UNTERSUCHUNG

VON

DR. MED. ERNST HERMANN.

(GEKROENTE PREIS-SCHRIFT.)

MIT 18 TAFELN IN STEINDRUCK UND ZWEI HOLZ-SCHNITTEN.



MÜNCHEN.
DRUCK UND VERLAG VON ERNST STAHL.
1875.

Den Herren

Th. L. W. von Bischoff,

Professor der Anatomie und Physiologie

und

Carl Theod. von Siebold,

Professor der Zoologie und vergl. Anatomie an der Universität München

ehrfurchtsvoll gewidmet.

Vorwort.

So wie diese Abhandlung hier vorliegt, hat sie nur mehr zum Theil die Gestalt, in der sie von der kgl. medizinischen Fakultät der Universität München als Beantwortung der für 1870 gestellten Frage „Mikroskopische Analyse der Nervenfasern und deren Verhältnisse zu den Ganglienzellen bei einem wirbellosen Thiere" preisgekrönt wurde.*) Der vierte Abschnitt war damals erst in seinen Grundzügen angelegt. Diess hielt den Verfasser von der Veröffentlichung zurück, da derselbe insbesondere auch die Erforschung des inneren Baues der Ganglien und der topographischen Verhältnisse der nervösen Elemente anstrebte.

Indess traten der Erreichung dieses Zieles hindernde Umstände in den Weg. Schon im Herbste 1873 war der Druck für die ersten 8½ Bogen abgeschlossen, als in Folge vieler anderweitigen Arbeiten eine Unterbrechung eintrat, welche die für die Ausarbeitung des letzten Abschnittes noch nothwendigen Untersuchungen auf lange Zeit hin

*) Chronik der Ludwigs-Maximilians-Universität München für $18^{69}/_{70}$; pag. 36.

verzögerten. Diess sei in Hinblick auf die jedem Capitel vorangehende Literaturübersicht bemerkt. Erst im Februar dieses Jahres konnte die Untersuchung wieder aufgenommen werden. Eine Veröffentlichung des zu jener Zeit bereits gedruckten Theiles hätte diesem das Ansehen eines Fragments gegeben, wesshalb sie der Verfasser bis zur Vollendung des Ganzen verschob.

Schliesslich hat der Verfasser noch bezüglich der Abbildungen ein entschuldigendes Wort beizufügen, von denen einige (Fig. 1, 2, 12, 13) zum Theil durch Missverständniss des Lithographen, zum Theil vielleicht, weil überhaupt die Kreide für feinere histologische Zeichnungen die Feder nicht zu ersetzen vermag, nicht vollkommen befriedigend ausgeführt sind.

München, im Juni 1875.

Ernst Hermann.

Inhalt.

I.

Der äussere Bau des Centralnervensystems von Hirudo medicinalis.

1.
Historischer Ueberblick.

Das Centralnervensystem des medizinischen Blutegels ist — soweit es seinen äusseren Bau betrifft — von einer Reihe früherer Autoren ziemlich vollständig erforscht worden.

Der Erste, welcher einige, freilich nur mangelhafte Angaben über dasselbe veröffentlichte, war Poupart;[1]) er spricht nur von einem »von der Mundöffnung bis zum Schwanzende des Blutegels gerade verlaufenden, schwarzen, von Strecke zu Strecke knotig angeschwollenen Nerven«, hatte also weder von der Lage der Ganglienkette in dem schwarz pigmentirten Blutgefässe, noch von der wirklichen Beschaffenheit desselben eine Kenntniss. Indess hätte seine Entdeckung genügen können, die Aufmerksamkeit der Anatomen und Zoologen auf sich zu ziehen, zumal, da der Blutegel ein ziemlich häufiges Untersuchungsobjekt war: aber erst beinahe ein volles Jahrhundert nach Poupart finden wir den Ganglienstrang wieder beschrieben, zuerst in einer Schrift von Bibiena,[2]) und bald darauf in einer solchen

---

[1]) Histoire anat. de la sangsue par le Sieur François Poupart. (Journal des sçavans pour l'an. 1697. Tome XXV. p. 539.)

[2]) Bibiena, De Bononiensi scientiarum et artium Instituto atq. Academia Commentar. 1791. — Nach Carena »Monographie du genre Hirudo« (Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino Tome XXV. 1820. pag. 311.) scheint Bibiena, gleich den meisten Autoren jener Zeit, vorzugsweise die Fortpflanzung und Entwickelung des Blutegels behandelt zu haben.

von Mangili.[1]) Beide Abhandlungen stehen mir leider nicht zu Gebote. Wieweit Bibiena's Arbeit von Bedeutung ist, vermag ich dem kurzen Auszug, der bei Moquin Tandon[2]) sich findet, nicht zu entnehmen, Mangili jedoch hat, wie Leydig[3]) berichtet, eine gute Abbildung des Bauchganglienstranges geliefert; das obere Schlundganglion kannte er aber noch nicht.

Erst Cuvier[4]) beschrieb den Nervenschlundring, hatte übrigens von den accessorischen Ganglien des oberen Gehirntheils keine Kenntniss. Auch bezüglich der Lage der Bauchganglienkette im Blutgefässe war er nicht viel weiter als Poupart gekommen, da er die Haut des Nerven »schwärzlich« nennt, und von der oberen Fläche der Ganglien viele Nervenfäden zum Darmkanal treten lässt, wofür er wohl die, Bauchgefäss und Magenwand lose aneinander heftenden Bindegewebszüge gehalten hat. Dieses eigenthümliche Verhältniss zwischen Centralnervensystem und ventralem Blutgefässe war aber auch den übrigen Forschern jener Zeit, welche den Blutegel zergliederten, entgangen, obwohl sich die Mehrzahl derselben hauptsächlich mit dem Gefässsystem befasste; selbst Spix,[5]) der die erste bedeutende und eingehende Abhandlung über den Blutegel verfasst hat, hielt das Blutgefäss für die Dura mater. Spix gebührt übrigens das Verdienst, die paarige Anordnung der Commissuren und Ganglien zuerst hervorgehoben und die wahre Anzahl der aus den Bauchganglien entspringenden Nerven erkannt zu haben; aus dem »Kopfknoten« lässt er aber nur zwei Paare entstehen; die mit diesen in Verbindung stehenden Ganglien hat er nicht gekannt.

Durch eine der nächstfolgenden Untersuchungen nun wurde die Frage bezüglich der schwarzen Umhüllung des Ganglienstranges entschieden; es war diess die Abhandlung Johnsons,[6]) welcher zuerst jene Hülle als Bauchgefäss beschrieb, was indessen nicht allgemein bekannt wurde. So geschieht von Bojanus weder in

---

[1]) Mangili, Osservazioni del Sistema nervose delle Sanguisughe ed de' Lombrici 1795. (Das Citat findet sich im I. Bande der Isis. 1817. pag. 146.)

[2]) Alfr. Moquin Tandon, Monographie de la famille des Hirudinées. 1827. pag. 30.

[3]) Leydig, Vom Bau des thierischen Körpers. I. Band. Tübingen 1864. pag. 162.

[4]) Cuvier, Vorlesungen über vergleich. Anatomie. Uebersetzt von J. F. Meckel. II. Thl. Leipzig, 1809. pag. 338.

[5]) Spix, Darstellung des gesammten inneren Körperbaues des gemeinen Blutigels. (Denkschriften der k. Akad. d. Wissensch. zu München f. d. J. 1813. pag. 204—208.)

[6]) Johnson, treatise on the medic. Leach. Lond. 1816. (Das Original ist mir nicht zugänglich, und stütze ich mich auf die Angabe Moquin Tandon's. Mon. d. l. fam. des Hirud. 1827. pag. 58.)

seiner ersten Arbeit,[1]) noch in dem im darauffolgenden Jahre in der Isis erschienen Aufsatze[2]) eine Erwähnung jenes Verhältnisses zwischen Bauchmark und Blutgefäss. Erst bei Moq. Tandon[3]) finden wir in seiner umfangreichen Monographie die Beobachtung Johnson's zuerst hervorgehoben und überdiess durch eine Quecksilberinjektion bestätigt. Trotzdem konnte Joh. Müller,[4]) der das gleiche Verhalten des Ganglienstranges zum Blutgefässe bei Hirudo vulg. beobachtete, dasselbe bei Hirudo medic. nicht wiederfinden, und beschrieb hier das Bauchgefäss als die »eigene schwarze Haut des Markstranges.« Blainville[5]) bemerkt nur, es habe ihm die Hülle des Bauchmarks gefässhaltig geschienen.

Was die soeben erwähnte Monographie von Moq. Tandon betrifft, so wurde durch sie die Kenntniss vom Bau des Centralnervensystems von Hirudo medic. nur wenig bereichert. In mancher Hinsicht — Anzahl der Ganglien und Nerven — finden sich sogar unrichtige Angaben. Doch hat Moquin Tandon zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die Ganglien gegen die beiden Enden des Bauchmarks näher aneinander rücken, und dass die beiden Endganglien (das erste und letzte) die grössten sind, ohne indessen eine nähere Erörterung dieser, für die Anlage des Bauchmarks äusserst wichtigen Verhältnisse daranzuknüpfen. Von grossem Werthe für die Erkenntniss derselben war daher die im darauffolgenden Jahre angestellte Untersuchung Ernst Heinrich Weber's[6]) über die Entwickelung des Blutegels, worin Weber darlegt, dass das letzte Ganglion »ein aus sieben knotigen Anschwellungen bestehendes zweites Gehirn ist.«

Trotz dieser Entdeckungen Einzelner war aber die Aufmerksamkeit der übrigen Forscher (Dana, Ray, Vitet, Thomas, Bergmann, Carena, u. A.) noch nicht in dem Masse auf das Nervensystem gerichtet, wie es hätte erwartet werden können: Die Erforschung und Aufhellung so vieler anderer noch dunkler Verhältnisse zoologischer, anatomischer oder physiologischer Natur nahm sie völlig in Anspruch. Mit um so grösserem Interesse begrüsst daher der die Literatur Durchforschende eine das Nervensystem des Blutegels eingehend behandelnde Untersuchung. Im Jahre 1833

---

[1]) Bojanus, Anatomie des Blutegels. (Isis 1817. pag. 873—875. 881—883.)
[2]) Bojanus, Isis 1818. pag. 2089.
[3]) Moq. Tandon, Monographie de la famille des hirudinées. 1827. pag. 58.
[4]) Joh. Müller, über den Kreislauf des Blutes bei Hirudo vulg. (Arch. f. Anat. u. Phys. v. J. F. Meckel. 1828. pag. 26 u. 27.)
[5]) Dictionnaire des Sciences natur. Tome 47. 1827. Art. »Sangsue.« pag. 218.
[6]) E. H. Weber, üb. d. Entwickelung des medizin. Blutegels. (Arch f. Anat. u. Phys. v. J. F. Meckel. 1828. pag. 397.)

beschrieb Brandt[1]) die Bauchganglienkette des Blutegels nach seinem äusseren Baue nicht nur ausführlicher und besser als seine Vorgänger, sondern bereicherte überdiess die Kenntniss der Anatomie des Blutegels durch die Entdeckung von drei kleinen, hinter den Kiefern liegenden Ganglien, und eines längs des Magens herablaufenden Nervenstammes, Organe, welche er für das sympathische Nervensystem erklärte.

Mit Brandt's Abhandlung schliesst die Periode der älteren Forschungen, und wir wenden uns zu dem zweiten Zeitabschnitte, dem der Untersuchungen über den inneren Bau der Centralorgane, dessen Beginn, wie es in der Natur der Sache lag, von der Entwickelung des Mikroskops abhängig war. Die wesentliche Verbesserung desselben fällt in die Jahre 1824—1830, und die in kurzem Zeitraume und rascher Folge entstandene, der Wissenschaft zu Gebote stehende Reihe brauchbarer Instrumente verfehlte ihre Wirkung nicht. Das Innere der Organe zu erschliessen, wurde die anatomische Forschung von einem neuen Eifer angefacht, einem neuen Interesse beseelt, wie uns die vielen, in wenigen Jahren sich anhäufenden Untersuchungen auf allen Gebieten der mikroskopischen Anatomie beweisen. Jedoch konnte dabei nicht ausbleiben, dass die äusseren Formverhältnisse weniger berücksichtigt wurden; und so finden wir auch von den nun folgenden Arbeiten über das Centralnervensystem des Blutegels (von Ehrenberg, Valentin, Helmholtz, Hannover, Will, Bruch, Leydig Quatrefages, Faivre, Walter) nur eine kleine Anzahl dem äusseren Bau gewidmet, aus der ich vorerst die von Faivre und Leydig hervorhebe. Von Ersterem, der zwei eingehende Abhandlungen in den Annales des sciences veröffentlicht hat, rührt eine nicht unbedeutende Entdeckung her. Nachdem vor ihm schon Newport bei Insekten und Crustaceen zwischen den beiden Längssträngen einen dritten gefunden hatte, beschrieb diesen »intermediären Nerven« bei Hirudo medicinalis zuerst Faivre.[2]) Nach Faivre zieht dieser dritte Längsstrang an der oberen Fläche der Ganglien von einem zum anderen, und verbindet sich, wie Faivre richtig abgebildet hat, an manchen Stellen mit einem der paarigen Längsstränge. Was Faivre's Darstellung der Bauchganglien betrifft, so stimmt sie nicht in allen Punkten mit der der übrigen Autoren überein. So lässt Faivre aus dem oberen Schlundganglion vier, aus dem unteren drei, aus dem letzten sieben bis acht, »zum mindesten sieben« Nervenpaare entspringen. Zu erwähnen ist noch, dass Faivre die vor ihm schon von Leydig[3])

---

[1]) Brandt u. Ratzeburg, medizinische Zoologie. 1833. pag 51.

[2]) Faivre, Annales des sciences natur. Zool. Tome VI. 1856. Pag. 30. 31.

[3]) Leydig, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1849. pag. 131.

bei Nephelis beobachtete isolirte Ganglienzelle zwischen den Austrittsstellen der beiden Seitennerven zuerst bei Hirudo med. beschrieben hat.

Den Sympathicus des Blutegels hat Faivre in seinen beiden Abhandlungen eingehend erörtert. Die Gehirnganglien — deren nach Faivre fünf vorhanden sind [1]) — betrachtet er als zum Sympathicus gehörig. Eine Verbindung zwischen ihnen oder dem cerebro-spinalen System und dem Sympathicus hat er aber nicht gefunden.

Die bedeutendsten Untersuchungen über das Centralnervensystem des Blutegels sind die von Leydig,[2]) welche mit dem Jahre 1849 beginnen, und deren Resultate Leydig in seinem grösseren Werke »Vom Bau des thierischen Körpers«, der besten vergleichenden Anatomie des Nervensystems der niederen Thiere, welche wir besitzen, zusammengefasst hat. Leydig's Verdienst ist, neben den histologischen Verhältnissen auch den äusseren Bau mit gleicher Gründlichkeit behandelt zu haben. Leydig ist der Erste, der den follikulären Habitus der Ganglien (der sich schon bei Valentin[3]) erwähnt findet) eingehend hervorgehoben und die sogenannten sympathischen Kopfganglien genau untersucht hat. Uebereinstimmend mit den Resultaten meiner eigenen Untersuchungen finde ich, dass schon Leydig die Kopfgeflechte in das Gebiet der Gehirnnerven gestellt hat.[4]) Eine Verbindung derselben mit dem Magendarmnerven hat Leydig nicht wahrgenommen; ist aber dennoch »der Ansicht, dass eine Verbindung des sympathischen und cerebro-spinalen Systems da sein wird.«[5]) Was den äusseren Bau des »Gehirns« betrifft — eine Bezeichnung, welche Leydig für beide Schlundganglien gebraucht[6]) — so bilden nach seiner Darstellung die drei Kopfganglien durch ihre sich gegenseitig verbindenden Ausläufer vor der oberen »Schlundportion« ein den Schlund umspannendes Band. Die seitlichen Knoten sind nach Leydig durch eine kurze Wurzel mit dem oberen Schlundganglion verbunden; das letztere entsendet drei Nervenpaare, von denen das vorderste mit

---

[1]) Faivre, Annal. d. scienc. 4. Sér. Zool. T. VI. 1856. pag. 42.

[2]) Leydig: Zeitschr. f. wiss. Zool. 849. — Archiv f. Anat. u Physiol v. Reichert u. Du Bois-Reymond. 1862. pag. 90—124. (Ueb. d. Nervensystem der Anneliden.) — Vom Bau des thier. Körpers. I. Bd. Tübingen 1864. — Vgl. auch Leydig's Lehrbuch der Histologie. Hamm, 1857.

[3]) Valentin, Verhandl. d. kais. Leop.-Carol. Akademie d. Naturforscher. XVIII. 1. 1836. pag. 206. 210.

[4]) Vom Bau d. thier. Körp. 1864. pag. 147.

[5]) Ebendas. pag. 161.

[6]) Ebendas. pag. 140.

zwei Wurzeln entspringt, das untere Schlundganglion gibt fünf Nerven jederseits ihren Ursprung.[1])

Wieweit mit Leydig's Darlegung die Resultate meiner Untersuchungen übereinstimmen, wird sich im Folgenden ergeben.

Nach Faivre und Leydig sind noch zu nennen Quatrefages und Walter, welche die äusseren Formverhältnisse in ihren Abhandlungen berücksichtigten. Quatrefages[2]) ist der Einzige unter allen Autoren, welcher das Eingeweidenervensystem aus zwei Aesten bestehen lässt. Den Brandt'schen Magendarmnerven konnte er nicht auffinden; die drei Kieferganglien hat er indess gekannt. Walter's[3]) Beschreibung des Gehirns weicht von dem bis jetzt Bekannten, insbesondere in Betreff der Zahl der austretenden Nerven bedeutend ab. Walter lässt nicht nur an den beiden Seitenrändern des unteren Schlundganglions, sondern auch an seinem vorderen Rande Nerven entspringen, und zwar hier sechs, dort sieben Paare;[4]) aus dem oberen Schlundganglion entspringen nach Walter ebenfalls dreizehn Nerven aus jeder Hälfte. Den intermediären Nerven Faivre's hält Walter für ein Gefäss, das aus dem Bauchgefäss entspringt. Auf weitere Verhältnisse werde ich im Verlaufe meiner nun folgenden Darstellung zurückkommen.

2.

Die nervösen Centralorgane von Hirudo med. bestehen aus dem Gehirn mit der sich daran reihenden Ganglienkette (»Bauchmark«) und den sympathischen Gangliengeflechten.

Gehirn und Bauchmark.

Eingeschlossen in das ventrale Blutgefäss, welches sich in der Medianlinie des Egels unmittelbar unter dem Magen vom vorderen zum hinteren Körperende erstreckt, liegen, frei umspült vom Blute, in bestimmten Zwischenräumen hinter einander und durch einen Längsstrang unter einander verbunden, dreiundzwanzig

---

[1]) Leydig, Tafeln zur vergleichenden Anatomie. I. Heft. Tübingen 1864. Taf. II. Fig. 5.

[2]) Quatrefages, Mémoire sur le système nerveux, les affinités et les analogies des Lombrics et des Sangsues. (Annales des sciences natur. 3. Série. Zool. Tome XVIII. 1852. p. 171.

[3]) Mikroskop. Studien über das Centralnervensystem wirbelloser Thiere, von G. Walter, prakt. Arzt in Euskirchen. Bonn, 1863. pag. 1—14.

[4]) Ebendas. T. I. Fig. 1.

Ganglien. Das vorderste (Taf. I. Fig. 1. a.) liegt an der unteren Wand des Oesophagus hinter der Mundöffnung (»ganglion infraoesophageum«), das hinterste im Saugnapfe unter der Endmündung des Darmkanals, welche sich bekanntlich am Rücken des Thieres befindet. Beide Ganglien, welche einander an Grösse ziemlich gleichkommen (Taf. II. B.), die übrigen aber hierin bedeutend übertreffen, bilden die Endglieder einer Kette, — der Bauchganglienkette — (»Bauchmark«), deren übrige Glieder nach einem bestimmten Plane eingereiht sind.

Hinter dem unpaaren Kiefer, über dem Oesophagus, liegt nun noch ein Ganglion (gangl. supraoesophageum), welches sich beiderseits von letzterem in einen kurzen, nach abwärts gerichteten Fortsatz verlängert, der in das erste Bauchganglion (g. infraoes.) übergeht, wodurch der Schlund von einem nervösen Centralorgane umgürtet ist (»Nervenschlundring«). (Fig. 2, i. Fig. 4, A.)

Dieses soeben erwähnte Ganglion supraoesophageum wurde von den meisten Autoren als Gehirn betrachtet. Andere indess legen beiden Schlundganglien, dem gesammten Schlundringe, den Namen »Gehirn« bei, und hat in diesem Sinne insbesondere Leydig[1]) durch seinen Vergleich zwischen dem Gehirn der Arthropoden und dem der Wirbelthiere Bahn gebrochen. Was meine Ansicht betrifft, so fasse ich ebenfalls beide Schlundganglien als zusammengehörig auf, wozu mich vorzugsweise die Art des Ursprungs des V. Gehirnnervenpaares, welches aus beiden Schlundganglien seine Fasern erhält, bewegt, und werde im Folgenden beide Schlundganglien zusammen als »Gehirn« bezeichnen.

Die Gestalt der Ganglien ist, mit Ausnahme des oberen Schlundganglions, im Allgemeinen linsenförmig; die untere Fläche mehr convex als die obere, welche überdiess an allen Bauchganglien eine leichte Abplattung zeigt.

Das Ganglion supraoesophageum (Fig. 4, A.) weicht an Gestalt von den übrigen Ganglien ab. Es besteht aus zwei länglichen Knötchen, die mit ihrem einen Ende in der Medianlinie unter einem stumpfen Winkel vereinigt sind, mit dem anderen in das untere Schlundganglion vermittelst einer kurzen Commissur übergehen. (Fig. 4, k.) Das Ganglion infraoesophageum (Fig. 4, B.) ist nach hinten zu abgerundet, vorn aber in zwei seitliche kurze Fortsätze ausgezogen zur Aufnahme der entsprechenden Hälften des gangl. supraoesophageum; am hinteren Ende ist es dicker als vorn.

Beide Schlundganglien bilden so zusammen ein ovales Ganglion, dessen vor-

[1]) Leydig, vom Bau des thier. Körpers. Tübingen 1864. pag. 140. 185 ff.

dere Hälfte eine dreieckige Oeffnung zum Durchtritt des Oesophagus zeigt, welcher von diesem nervösen Gürtel eng umschlossen wird.

Das letzte Ganglion — »Saugnapfganglion«, wie es Walter nennt — ist, von der Fläche gesehen, oval (Fig. 5. B.), bei der Seitenansicht hingegen zeigt es die Gestalt eines Keils, da es nach hinten bedeutend dünner wird. Die obere und untere Fläche sind von rechts nach links convex, die Ränder abgerundet. Von den übrigen Ganglien (Fig. 6 u. 7.) hat jedes die Gestalt einer biconvexen Linse, deren untere Fläche stärker als die obere gekrümmt ist.

Was die Grössenverhältnisse betrifft, so sind die zwei Endganglien des Bauchmarks die grössten der Kette sowohl, als auch unter sich nahezu gleich. Der Längen- wie der Breitendurchmesser des unteren Schlundganglions beträgt 0,71 Mm.;[1]) der Dickendurchmesser (am hinteren Ende) 0,45 Mm.; die Gesammtlänge des Gehirns — vom Scheitel des oberen bis zum hinteren Rande des unteren Schlundganglions beträgt 1,32 Mm.

Das letzte Ganglion misst an Länge und Breite ebenfalls 0,71 Mm. An Dicke steht es jedoch dem unteren Schlundganglion nach, da es am vorderen Ende 0,33, am hinteren nur 0,15 Mm. misst.

Bei den übrigen Ganglien ist das Verhältniss zwischen Breiten- und Längen-Durchmesser nicht durchwegs dasselbe; die Ganglien aus der Mitte der Kette sind nahezu ebenso lang als breit, die gegen die Enden zu liegenden etwas breiter als lang.

Die Messung ergab für die Länge:	als Maximum:	0,56	Mm.
	als Minimum:	0,35	»
für die Breite:	als Maximum:	0,54	»
	als Minimum:	0,50	»
für die Dicke:	als Maximum:	0,32	»
	als Minimum:	0,21	»

Diese Werthe zeigen uns, dass der Grössenunterschied der Ganglien zum grössten Theil auf Rechnung des Längsdurchmessers zu setzen ist; Breite und Dicke differiren nur sehr wenig.

Jedes Ganglion ist an das nächste durch einen mehr oder weniger langen, rundlichen Verbindungsstrang (»Commissur«) (Fig. 1 u. 2, b_1, b. Fig. 3, c.) angereiht, der vom hinteren Rande des Ganglion infraoesophageum zum vorderen Rande des

[1]) Die im Folgenden angegebenen Werthe sind die Mittel aus zehn Messungen.

nächstfolgenden (Fig. 4. u.), und so von Ganglion zu Ganglion zieht, um schliesslich in das Saugnapfganglion an dessen vorderem Rande überzugehen. Unmittelbar vor dem Eintritt in die Ganglien nimmt die Breite der Commissur etwas ab, wie diess schon von den meisten neueren Autoren beschrieben wurde. Die Anzahl dieser Verbindungsstränge mit Ausschluss der zwischen den Schlundganglien befindlichen beträgt zweiundzwanzig. Die Anordnung der Ganglienkette ist nun folgende: An ihren beiden Enden sind die zwei grössten Ganglien, — das Gangl. infraoesophageum und das Saugnapfganglion; zunächst an ein jedes dieser beiden ist durch eine äusserst kurze Commissur eines der kleinsten Ganglien. an dieses durch einen längeren Verbindungsstrang ein etwas grösseres Ganglion angereiht: und so sehen wir von beiden Enden gegen die Mitte der Kette zu die Grösse ihrer einzelnen Glieder allmählich ansteigen. bis sie in den mittleren Ganglien ihr Maximum von 0,56 Mm. (Längsdurchm.) erreicht hat. Dabei nimmt auch die Länge der Commissuren zu, jedoch nicht entsprechend der Grösse der Ganglien; die längsten Commissuren befinden sich in der hintern Hälfte der Kette, zwischen dem 14. und 18. Bauchganglion, in Folge dessen die vordere Hälfte um ein Ganglion mehr enthält.

Wie schon oben bemerkt, bleibt der Breitendurchmesser der Ganglien nahezu constant; nur der Längendurchmesser differirt. Die Ganglien in der Mitte der Kette haben nahezu gleiche Länge und Breite; eine auffallende Differenz zeigen nur die vorderen vom zweiten bis sechsten, und die hinteren Ganglien vom sechszehnten bis zwei und zwanzigsten.

Was die Länge der Commissuren anbelangt, so schwankt sie zwischen 0,038 Mm. (erste und letzte Commissur) und 3,69 Mm. (Commissur zwischen den 16. und 17. Gangl.). Breite und Dicke ist, wie schon Bruch[1]) hervorhob, an allen Verbindungssträngen dieselbe; meine Messungen ergeben für die Breite: 0,18 Mm., für die Dicke: 0,12 Mm.

Aus den 23 Ganglien entspringen 59 Nervenpaare, — zehn aus dem Gehirn, acht aus dem letzten Ganglion, eines aus dem vorletzten, und je zwei aus den übrigen zwanzig Ganglien, — welche aus den Ganglien an ihren Seitenrändern heraustreten; kurz nach ihrem Austritt lassen sie eine leise Anschwellung erkennen. Theils zum oberen Schlundganglion, theils zum Gebiete einiger Gehirnnerven gehörig befinden sich im Kopfe des Blutegels, in der Kiefermuskulatur und zwischen

[1]) Bruch, Zeitschr. f. wiss. Zool. I. 1849. pag. 168.

den Drüsen verborgen, einige accessorische Ganglien, deren Betrachtung ich am passendsten der der Gehirnnerven beifüge.

Von den zehn Nerven, welche das Gehirn jederseits entsendet, entspringen vier aus seinem oberen, fünf aus dem unteren Schlundtheil, und einer (der V. Gehirnnerv) aus der Commissur zwischen beiden Schlundganglien.[1])

Die Austrittsstelle des ersten Gehirnnerven liegt am vorderen Rande des Gangl. supraoesophageum, nahe der Medianlinie, die des II. III. und IV. am seitlichen Rande, etwas vor der Commissur. Da, wo die drei letztgenannten Nerven vom oberen Schlundganglion abzweigen, ist dieses zu einem kleinen Ganglion erweitert, dem »ersten accessorischen Ganglion«,[2]) durch welches der II. Gehirnnerv theilweise, der III. und IV. mit allen seinen Fasern hindurchzieht. Den II. und III. Nerven fand ich mit keinem weiteren Ganglion in Verbindung, der IV. Nerv hingegen bildet, nachdem er aus dem I. accessorischen Ganglion ausgetreten ist, nach kurzem Verlaufe zwei einander nahe liegende Ganglien, das »II. und III. accessorische Ganglion«.[3]) Zwischen den beiden ersten dieser kleinen Ganglien finden sich zwischen den Fasern des IV. Gehirnnerven einzelne Ganglienzellen, wie Bruch[4]) sie zuerst an den Nerven der Bauchganglien als »intercurrente Ganglienzellen« beschrieben hat.

Das zweite accessorische Ganglion gibt an seiner vorderen Peripherie einen stärkeren Ast[5]) ab, der zwischen seinen Fasern, die zum Theil vom IV. Gehirnnerven kommen, Anfangs in reichlicher Anzahl Ganglienzellen enthält; in seinem Verlaufe nach aussen sendet er einige Aestchen nach hinten ab, biegt dann aber, merklich dünner geworden, nach vorne um, und verbindet sich mit dem »unpaaren Kieferganglion«, einem vor dem oberen Schlundganglion und hinter dem unpaaren Kiefer liegenden Knötchen.[6]) So sah ich seinen Verlauf in mehreren Fällen.

Was das »unpaare Kieferganglion« betrifft, welches ich vor dem oberen Schlundganglion, ziemlich nahe demselben, zwischen den Muskelbündeln des Kiefers liegen sehe, wie diess von Leydig u. A. beschrieben ist, so fand ich, dass dasselbe nach vorne zwei feine Nerven, nach hinten einen solchen abgibt. Alle drei Stämmchen sind ungemein kurz und zertheilen sich unter die Muskelbündel des Kiefers.

---

[1]) S. Fig. 4. I—X.
[2]) Fig. 4. d.
[3]) Fig. 4. f. und g.
[4]) Bruch, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. I. 1849. pag. 172.
[5]) Fig. 4, h.
[6]) Fig. 28. C.

Die Grösse der beiden I. accessorischen Ganglien stimmt mit der des unpaaren Kieferganglions ziemlich überein. Der Durchmesser beträgt bei jenen 0,20 Mm., bei diesem 0,27 Mm.

Eine Verbindung dieser Ganglien mit dem Brandt'schen sympathischen Nerven habe ich nicht auffinden können. Auch Leydig konnte eine solche nicht darstellen, ist übrigens der Ansicht, dass ein Zusammenhang vorhanden sei. Schon Leydig hat diese Kopfgeflechte in das Gebiet der Gehirnnerven eingereiht. Die beiden I. accessorischen Ganglien indess betrachte ich als Bestandtheil des Gehirns.

Meine Darstellung der »Kopfganglien« weicht von der der Autoren in einigen Punkten ab. Nach Leydig[1]) sind die beiden seitlichen Knötchen, welche ich dem oberen Schlundganglion dicht aufsitzend finde, mit diesem durch eine kurze Wurzel verbunden, und verlängern sich nach vorne (wie Leydig bei Haemopis fand), wo ihre Ausläufer sich mit dem vor dem Gehirn befindlichen Ganglion (dem unpaaren Kieferganglion) verbinden, so dass der Schlund gerade vor den Gehirnportionen von einem Halbringe umspannt ist. Die oben von mir beschriebenen weiteren accessorischen Ganglien erörtert zwar Leydig nicht näher, weist indessen darauf hin, und hat solche ganglіöse Anschwellungen auch schon bei Nephelis und Piscicola beobachtet.[2]) Einen von den beiden I. accessorischen Ganglien direkt zum unpaaren Kieferganglion ziehenden Verbindungsast habe ich nie beobachtet. Die Verbindung sehe ich nur durch den vom II. accessorischen Ganglion ausgehenden Nerven hergestellt. Ueberdiess lässt Leydig nur drei Nerven aus dem oberen Gehirntheil entspringen, von denen der erste zwei Wurzeln hat.

Der V. Gehirnnerv entspringt nach meinen Untersuchungen aus der Commissur zwischen dem oberen und unteren Schlundganglion. Er erhält von diesen beiden Ganglien seine Fasern, und liefert dadurch den sicheren Beweis von der Zusammengehörigkeit beider Schlundganglien. Von keiner der übrigen Commissuren gehen Nerven ab, und ist daher auch diese Commissur der beiden Gehirntheile nicht als ein Verbindungsstrang im Sinne der übrigen aufzufassen, wie ich diess später noch mit histologischen Gründen darzulegen versuchen werde. Leider stimmt das Resultat meiner Untersuchungen auch hier nicht mit dem der Autoren überein, von denen Keiner einen aus der Commissur abzweigenden Nerven beschreibt.

---

[1]) Leydig, über das Nervensyst. d. Annelid. (Arch. f. Anat. u. Physiol. v. Reichert und Du Bois. 1862. Pag. 107) und: Vom Bau des thier. Körpers. 1864. pag. 164.

[2]) Vom Bau d. thier. Körpers. pag. 147 u. 160.

Aus dem unteren Gehirntheil sehe ich die fünf übrigen Gehirnnerven[1]) in der Art austreten, dass die Austrittsstellen des VI. und VII. einerseits, und des IX. und X. andererseits etwas hinter und zugleich über einander liegen, in derselben Weise, wie wir diess bei den Nerven der Bauchganglien — mit Ausschluss des letzten — kennen lernen werden, und zwar geht der VI. und IX. etwas vor und unter dem VII. und X. Nerven ab. Die Ursprungsstelle des VIII. Nerven ist aus der Figur ersichtlich. (Nach Leydig entspringen ebenfalls fünf Nervenpaare aus dem Gangl. infraoesophageum, jedoch so, dass das zweite und dritte, und das vierte und fünfte Paar sich mehr genähert sind.)

Von den nun folgenden zwanzig Ganglien entsendet jedes beiderseits zwei Nerven, von denen der eine etwas vor dem andern abgeht, und zwar nur um etwa die Hälfte seines Durchmessers. Dadurch wird es nothwendig, dass sie übereinander zu liegen kommen,[2]) wie diess schon mehreren Forschern bekannt war; der vordere Nerv liegt tiefer, als der hintere.

Aus dem vorletzten Ganglion entspringt beiderseits nur ein Nerv. Jedoch ergibt eine nähere Untersuchung, dass derselbe aus denselben Wurzeln im Innern des Ganglions entsteht, wie an den übrigen Ganglien die zwei Nervenpaare.

Das letzte Ganglion schickt acht Paare von Nerven aus, welche in ziemlich gleichen Abständen von einander und in gleicher Höhe am Seitenrande des Ganglions austreten.

Die ganze Ganglienkette ist von dem ventralen Blutgefässe eingeschlossen. Reichliche, verästelte Pigmentzellen verleihen demselben eine schwarze Färbung, welche schon den ersten Forscher Poupart und selbst noch Valentin irre geführt hat, und nur die durch die Ganglien hervorgerufene Anschwellungen, und die aus diesen zu beiden Seiten austretenden Nerven, welche nur an ihrem Ursprung vom Gefässe umschlossen sind, verrathen den Inhalt. Dass diese Hülle wirklich ein Blutgefäss ist, glaube ich nach den zahlreichen von Autoritäten geführten Beweisen nicht weiter darlegen zu müssen; es genügt, auf das nach der Eröffnung des Gefässes am lebenden Thiere ausfliessende Blut, und die Gerinnsel, welche an Durchschnitten durch den gehärteten Egel den Raum zwischen Bauchmark und Gefässwand zum Theil erfüllen, hinzuweisen.[3])

Ausser dem Gehirn und dem letzten Ganglion ist das Bauchmark nur ganz lose von diesem Blutgefässe umhüllt. Eine kurze Strecke überzieht es auch die Seiten-

[1]) Fig. 4. VI—X.
[2]) Taf. III. Fig. 7.
[3]) Fig. 8. Fig. 29, c. Fig. 32 (Taf. XIII u. XIV.) C, a—g.

nerven, um dann mit deren Neurilemm sich zu verbinden. An jedem isolirten Ganglion lassen sich diese Stellen an den Seitennerven durch die eigenthümliche Einstülpung[1]) und Verdickung des Neurilemms leicht erkennen. Das Gehirn und das letzte Ganglion sind von dem Gefässe sehr eng umschlossen und an manchen Stellen geht die Wand des Blutgefässes in das Neurilemm über, wie ich besonders am letzten Ganglion (Fig. 42, p.) beobachtete, so dass dadurch die Isolirung in hohem Grade erschwert wird.

Schliesslich noch einige Bemerkungen über die Lage der Ganglienkette. Der Ganglienstrang ist durch seine Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit den Bewegungen des Thieres vollkommen angepasst. Seine Contraktion, welche er den elastischen Elementen des Neurilemms und dessen Muskeln (Leydig) verdankt, geht jedoch nur bis zu einem gewissen Grade, welcher von dem der Zusammenziehung des Egels weit überschritten wird. Dadurch geschieht es, dass bei einer starken Contraktion des Thieres die ganze Kette sich wellenförmig lagert; selten weicht sie dabei von der Medianebene ab, was ich nur an den letzten Ganglien beobachtete, so dass ein durch das hintere Ende des Thieres geführter senkrechter Schnitt die Ganglien und Commissuren in verschiedenen Ebenen trifft.[2]) Die vordere Hälfte der Kette behält selbst in dem bedeutend zusammengezogenen Thiere ihre Lage in der Medianebene bei. Dabei kommt jedoch das Gehirn senkrecht zu stehen, und das zweite Ganglion wird dicht an das erste herangeschoben, was entsprechend der Länge der Commissuren am ganzen übrigen Ganglienstrang eintritt. An der Beugungstelle der Commissuren erscheinen die dem Neurilemm angehörigen Gebilde wellenförmig gekrümmt. Die Biegung geschieht stets nur im Bereiche der Commissuren, von denen die kürzeren, wie die ersten und letzten, einer bedeutenden Dehnung unterworfen sind.

Der Sympathicus.

Das sympathische Nervensystem besteht aus einem über die ganze Magenwand verbreiteten reichen gangliösen Plexus. Wir haben hier aber nicht Ganglien im gewöhnlichen Sinne des Wortes vor uns, sondern nur einzelne, über die ganze Magenwand zerstreute Ganglienzellen, in den mannigfachsten Formen, welche ihre Fortsätze zum Theil selbständig abzweigen lassen, zum Theil einem, in der Medianlinie an der Magenwand in ihrer ganzen Länge verlaufenden Nervenstamme zuschicken, zum Theil auch mit denen benachbarter Zellen vereinigen. Selbstverständlich kann ich jetzt, wo ich erst die äusseren Verhältnisse darzustellen beabsichtige, noch nicht

[1]) S. Fig. 6. l.
[2]) S. Taf. X. Fig. 29.

auf die Anordnung und Gruppirung der nervösen Elemente des Sympathicus eingehen, so wenig ich diess bei dem Ganglienstrang des sogenannten cerebro-spinalen Nervensystems gethan habe, und es genügen daher folgende Angaben. Der Hauptstamm, in welchen Ganglienzellenfortsätze einmünden und von dem die sich in der Magenwand verzweigenden Nerven abgehen, liegt in der unteren Magenwand, ist in der Gegend des dritten bis vierten Bauchganglions noch sehr schwach, nur aus einigen Nervenfasern bestehend, schwillt aber durch zahlreich einmündende Ganglienzellenfortsätze schon gegen die vordersten Magentaschen zu rasch an. Von da bis zur Theilung des Darmrohres in die beiden hinteren Blindsäcke und das Rectum behält er trotz Abgabe vieler, mitunter ansehnlicher Aeste, doch nahezu seinen Durchmesser (von freilich nur etwa 0,06 Mm.) bei und theilt sich dann in 4—5 Zweige, von denen die stärkeren den beiden hinteren seitlichen Darmrohren, die schwächeren dem Mastdarme sich zuwenden. Diese Theilung fand ich jedoch nicht constant. In der oberen Magenwand fiel mir kein durch Verlauf oder Grösse sich von den übrigen Nerven wesentlich unterscheidendes Stämmchen auf; das hier sich verzweigende Nervengeflecht erhält seine Fasern theils von dem unteren Hauptstamm, theils von den Ganglienzellen, die sich hier ebenso zahlreich und nicht minder mannigfaltig, wie in der unteren Magenwand finden. Der überraschende Wechsel und Reichthum in Formen, den diese sympathischen Ganglienkörper unter sich, wie in Verbindung mit Nervenfasern darbieten, ist schon früheren Autoren aufgefallen und findet sich von Faivre[1]) und Leydig[2]) in guten Abbildungen veranschaulicht; ich werde im histologischen Theil meiner Untersuchungen darauf zurückkommen.

Brandt, der Entdecker des Nervus Sympathicus und der Kopfganglien (denen ich den Namen der »accessorischen Ganglien« beigelegt habe), lässt beide unter sich zusammenhängen, was nach ihm auch von Faivre angenommen, aber weder von diesem Autor, noch von Leydig, der gleichfalls eine Verbindung der beiden Nervensysteme vermuthet, gesehen worden ist. Auch ich habe nie einen Zusammenhang des Sympathicus mit den betreffenden Ganglien oder anderen Abschnitten der Bauchganglienkette gefunden, und halte, nach ihrem äusseren und inneren Bau diese accessorische Gebilde, theils für integrirende Bestandtheile des Gehirns, theils stelle ich sie in das Gebiet des IV. Gehirnnerven.

---

[1]) Faivre, Annal. d. sc. nat. 1856. Planche 2.
[2]) Leydig, Tafeln zur vergleich. Anat. 1864. Taf. IV. Fig. 1.

II.
Die Ganglienzelle.

1.
Historischer Ueberblick.

Da die vorliegende Untersuchung sich nur auf die nervösen Centralorgane eines wirbellosen Thieres beschränkt, können bei einem Rückblicke über die Literatur von den auf dem Gebiete des Nervensystems der Wirbelthiere angestellten Beobachtungen nur die vorzugsweise in unser Gebiet herübergreifenden, gleich anderen Arbeiten von allgemeiner histologischer Bedeutung Berücksichtigung finden.

Die Ersten, welche die Ganglienzelle des wirbellosen Thieres beschrieben — Ehrenberg[1]) Valentin[2]) und Helmholtz[3]) — stimmen darin überein: Die Ganglienkugeln (»Belegungskugeln« nach Valentin) seien Zellen von kugliger Gestalt, zuweilen mit einem »schwanzförmigen Anhang« (Valentin) versehen, an denen sich Hülle und Inhalt unterscheiden lasse. Der Inhalt sei ein feinkörniges, helles und zähes Parenchym, einen bläschenförmigen Kern mit einem oder mehreren Kernkörperchen enthaltend. Ehrenberg bildet sie schon ziemlich richtig ab; Valentin, der meistens Ganglienkugeln ohne schwanzförmigen Anhang beobachtet hat, vergleicht[4]) sie mit dem unbefruchteten Ei der Wirbelthiere, wobei die Dotterhaut der Hülle, der Dotter dem Parenchym, das Keimbläschen dem bläschenförmigen Kern

[1]) Ehrenberg, Beobacht. einer bisher unbek. auffall. Structur des Seelenorgans bei Menschen und Thier. (Abhandl. der Berliner Akad. d Wissensch. 1834.)
[2]) Valentin, über den Verlauf und die letzten Enden der Nerven. (Verhandl. d. kais. Leop.-Carol. Akad. d. Naturforscher. XVIII. 1. 1836. pag. 137 ff. 209—212.
[3]) Helmholtz, De fabrica system. nerv. evertebr. 1842. (Dissert. inaug.)
[4]) l. c. pag. 139, Anm. 196. 210, Anm.

und der Keimfleck dem Kernkörperchen der Ganglienkugel entspreche. Insbesondere betont Valentin,[1]) dass in den Ganglienkugeln des Blutegels die äussere Aehnlichkeit mit einem unbefruchteten Ei grösser, als in irgend einem andern von ihm untersuchten Wirbelthiere sei, und dass, wie im Keimbläschen der Keimfleck, so auch im Kern der Ganglienkugel das Kernkörperchen an der Oberfläche liege.[2])

Helmholtz zeigte zuerst, das die Ganglienkugeln mit einem Fortsatze die zahlreichsten seien.

Hannover's[3]) Ansichten schlossen sich denen seiner Vorgänger an. Mit den nächstfolgenden Beobachtungen aber, welche neue Thatsachen an das Licht förderten, sehen wir die bisher übereinstimmenden Meinungen verschiedene Wege einschlagen, und Fragen entstehen, welche zum Theil noch heute nicht erledigt sind. So wurde zuerst betreffs der Structur des Protoplasmas von Remak[4]) beobachtet, dass dasselbe an den Zellen des Flusskrebses aus zart granulirten Fasern, welche den Kern umkreisen, bestehen; die Fasern erstrecken sich jedoch nach Remak nicht auf den Fortsatz. Will[5]) hingegen beobachtete eine derartige Streifung an den Fortsätzen einer bisher nicht gekannten Art von Ganglienzellen, welche er in den nerviösen Centren von Hirudo med. fand: Nervenkörperchen mit mehren Anhängen, ohne centrischen Kern. Diese Anhänge seien längs gestreift. Es währte jedoch geraume Zeit, bis neue zutreffende Beobachtungen über diese «fibrilläre Struktur« der Ganglienzellen gemacht wurden, und werde ich daher vorerst die Ansichten der verschiedenen Autoren über die äussere Form der Ganglienzellen des wirbellosen Thieres vorführen.

Durch Will haben wir zuerst bei wirbellosen Thieren auch multipolare Ganglienzellen kennen gelernt; und bald nach Will fand Bruch[6]) bei Hirudo med. in dessen peripherischen Nervenverzweigungen bipolare Zellen, analog den durch Bidder und Wagner bei Fischen bekannten. Bruch scheint die Will'schen multipolaren Zellen nicht gekannt zu haben; er beschreibt ausser den bipolaren nur unipolare und apolare (»freie«) Ganglienkugeln.

In den Centralorganen wurde eine besondere Art von bipolaren Zellen durch

[1]) l. c. pag. 216.
[2]) l. c. pag. 196.
[3]) Hannover, Recherch. micr. sur le syst. nerv. 1844.
[4]) Remak, Neurol. Erläuter. in Müller's Archiv. 1844. S. 469.
[5]) Will, Vorläuf. Mittheil. üb. d. Structur d. Gangl. etc. (Müllers Arch. 1844.)
[6]) Bruch, Ueb. d. Nervensystem d. Blutegels. (Zeitschrift f. wiss. Zool. I. 1849.)

Leydig[1]) bei Piscicola, und nach ihm durch Faivre[2]) bei Hirudo medicinalis gefunden. Nach beiden Autoren liegen diese bipolaren Zellen ausserhalb der Neurilemmkapsel des Ganglions, zwischen den Austrittsstellen der beiden Seitennerven.

Faivre[3]) beobachtete in dem Bauchmarke von Hirudo m. zumeist unipolare Zellen; doch hält er auch die Existenz von apolaren Ganglienkugeln — entgegen Wagner, welcher zuerst dieselben als zweifelhaft hinstellte — aufrecht. Multipolare Nervenzellen sind ihm bei Hirudo hauptsächlich im sympathischen Nervensystem bekannt, welches er, wie schon oben bemerkt, zuerst einer eingehenden Untersuchung unterzogen hat. Mit Recht macht Faivre auf den Formenreichthum der sympathischen Ganglienzellen aufmerksam, unter denen er einige mit sechs Fortsätzen, meistens solche mit mehr als einem gesehen hat. Vorzugsweise hebt er aus seinen Beobachtungen die einer quadripolaren Zelle hervor.

Zu dieser Zeit geschah durch Wedl[4]) der äusserst wichtige Fund von ziemlich ansehnlichen multipolaren Ganglienzellen bei den Nematoden; Zellen, welche nach Wedl's Darlegung durch ihre Fortsätze untereinander verbunden, das Central-Nervensystem jener Thiere bilden. Ich werde noch Gelegenheit finden, auf diesen ebenso einfachen, wie merkwürdigen Bau von Centralorganen zurückzukommen, hier sei besonders desshalb darauf hingewiesen, weil multipolare Ganglienzellen, von der Grösse und Anordnung, wie sie Wedl darstellt, in den cerebrospinalen Centren wirbelloser Thiere sonst nur in sehr wenigen Fällen, neueren Datums, bekannt sind.

Vor Wedl wurden schon von Meissner[5]) ähnliche multipolare Zellen bei Mermis alb., und später bei Gordius beobachtet. Walter[6]) jedoch, der ebenfalls Nematoden untersuchte, fand bei Oxyuris ornata keine multipolaren Zellen in den Centraltheilen des Nervensystems, sondern nur uni- oder bipolare Zellen. Zu beiden Seiten

---

[1]) Leydig, zur Anat. v. Piscicola. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1849. pag. 131.)

[2]) E. Faivre, Étude sur l'histol. d. syst. nerv. etc. (Annal. d. scienc. nat. 4. Sér. Zool. Tom. V. 1856. pag. 369.)

[3]) Faivre, Observat. s. l. grand sympathique de la sangsue med. (Annal. d. scienc. nat. 4. Série, T. IV. 1855. pag. 255) und: Étude s. l'histol. etc. (Annal. d. sc. nat. T. VI. 1856. pag. 39.)

[4]) Wedl, üb. d. Nervensyst. d. Nematoden. (Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss. zu Wien. 1855. XVII. pag. 301. 303. 310. 311.) und: Helminthol. Notiz. (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. zu Wien. 1855. XVI. pag. 389.)

[5]) Meissner, Beitr. z. An. u. Phys. v. Mermis alb. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V. 1853. und Bd. VII. 1855.)

[6]) Walter, Beitr. z. Anat. u. Phys. v. Oxyuris ornata. (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. 1857.)

der Ganglienmasse des Schwanzendes fand er aber noch zellige Körper, die er multipolaren Ganglienzellen gleichwerthig hält.

Indess glaube ich hinzufügen zu müssen, dass Wedl's, Meissner's und Walter's Beobachtungen von Anderen [Schneider,[1]) Leydig[2])] als Täuschung hingestellt werden.

Multipolare Zellen, wie Will beschrieben hat, wurden erst von Owsjannikow[3]) wieder erwähnt; er unterscheidet zwischen diesen kleinen multipolaren Zellen, und den grossen unipolaren, welch' letztere aber nach seiner Beschreibung noch weitere Fortsätze aussenden. Apolare Nervenzellen hält Owsjannikow für Kunstprodukte.

Nach Owsjannikow hat derartige bi- und multipolare Zellen in den Centren wirbelloser Thiere Waldeyer[4]) beobachtet und als der Erste eingehender untersucht. Jedoch scheint mir seine Zeichnung (l. c. Fig. 6. Taf. VIII.) dieser kleinen multipolaren Zellen im Verhältniss zu der unipolaren Zelle etwas zu sehr vergrössert. Die Fortsätze der unipolaren Zelle können sich nach Waldeyer in mehrere auflösen. Auch Buchholz[5]) hat an den Fortsätzen der unipolaren Zellen (multipolare hat er nicht beobachtet) diese Zertheilung in feinere Fibrillen beschrieben.

Eine neue Auffassung der unipolaren Zellen wurde indess erst durch Leydig bekannt. Seit seinen ersten Untersuchungen[6]) der nervösen Centralorgane wirbelloser Thiere hat Leydig[7]) in den Bauchganglien und im Gehirne meist nur unipolare oder apolare Zellen beobachtet, weder die kleinen multipolaren (Will, Waldeyer), noch die grossen Wedl'schen Zellen. Eine scharfe Grenze zwischen diesen Formen ist nun aber nach Leydig[8]) nicht zu ziehen, da eine anscheinend unipolare Ganglienkugel durch Zertheilung des Fortsatzes ganz wohl einer multipo-

---

[1]) Schneider, üb. Musk. u. Nerv. d. Nematod. (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1860.)
[2]) Leydig, v. Bau des thier. Körp. I. 1864. pag. 123.
[3]) Owsjannikow, Recherch. s. l. struct. intime du syst. nerv. d. crustac. etc. (Annal. d. sc. nat. 4. Série. Zool. XV. 1861. pag. 133. 134.)
[4]) Waldeyer, Untersuchungen über d. Urspr. u. d. Verlauf des Achsencylinders bei Wirbellosen und Wirbelthieren etc. (Zeitschr. f. rationelle Medizin. 3. Reihe. Bd. XX. 1863. pag. 216. 218. 219.)
[5]) Buchholz, Bemerk. üb. d histolog. Bau d. Süsswassermollusk. (Arch. f. Anat. und Physiol. 1863. pag. 288.)
[6]) Leydig, Zur Anat. v. Piscic. (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. 1849.)
[7]) Leydig, üb. d. Nervensyst. d. Anneliden. (Archiv f. Anat. u. Physiol. 1862. pag. 117.) Vergl. Leydig's Lehrbuch d. Histol. 1857. pag. 49. 58. 60. 182.
[8]) Leydig, Vom Bau des thier. Körpers. I. 1864. pag. 88.

laren oder strahligen Form entsprechen könne. Leydig's bipolare Zelle habe ich oben schon erwähnt. Hervorzuheben ist seine Beschreibung und Abbildung des sympathischen Ganglienplexus in der Magenwand des Blutegels. Uebereinstimmend mit Faivre legt er die verschiedenen Formen der sympathischen Nervenzelle dar.[1])

Wie Leydig hat auch Claparède[2]) in den centralen Ganglien des Regenwurms nur unipolare Zellen beobachtet.

Multipolare Zellen hingegen wurden bei Wirbellosen noch von Walter[3]) in den Bauchganglien einiger wirbelloser Thiere, wiewohl in einigen Punkten von den bisher bekannten abweichend, und in der neuesten Zeit von Solbrig beobachet. Solbrig[4]) hat in den Centralorganen von Arion empiric. multipolare Zellen von bis jetzt nicht beobachteter Grösse, dessgleichen solche weniger grosse bei Limax max. und Helix adsp. beschrieben. Im Uebrigen stimmt er darin mit seinen Vorgängern überein, dass die Mehrzahl der Zellen unipolare sind; die kleinen multipolaren Zellen (Will, Waldeyer) finden wir bei ihm nicht bestätigt.

Das Vorkommen apolarer Zellen wird nur von wenigen Autoren (Leydig Kölliker, Courvoisier) mehr angenommen.

So finden wir denn, dass von den meisten Autoren in den Centren wirbelloser Thiere nur unipolare Zellen beobachtet sind; und die beinahe vereinzelt darstehenden Aufzeichnungen über multipolare Zellen stimmen durchaus nicht unter einander überein. Einen entschieden entgegengesetzten Standpunkt nehmen die kleinen multipolaren Zellen Will's und Waldeyer's einerseits und die grossen Zellen Wedl's und Solbrig's andererseits ein; eine Zwischenstellung behauptet Walter mit seinen multipolaren Zellen.

Nach dieser gedrängten Zusammenstellung der bei Wirbellosen in den Centralorganen bisher beobachteten Formen von Ganglienzellen, kehre ich wieder in den Anfang der vierziger Jahren zurück, um mich einer der anderen, innerhalb der

[1]) Leydig, v. Bau d. thier. Körpers. I. pag. 154. 161. und: Tafeln zur vergleich. Anat. 1. Heft. 1864. Taf. IV. Fig. 1.

[2]) Ed. Claparède, histol. Unters. üb. d. Regenwurm (Zeitschr. f. wiss. Zool. XIX. 1869. pag. 592.)

[3]) Walter, mikroskop. Studien üb. das Centralnervensyst. wirbellos. Thiere. Bonn, 1863.

[4]) Solbrig, Ueb. d. feinere Struct. der Nervenelemente b d. Gasterop. Gekrönte Preisschrift. Leipzig 1872. pag. 31. 32.

letzten drei Dezennien neu aufgeworfenen, theilweise oder gänzlich erledigten Fragen zuzuwenden. Zu den letzteren gehört die über die Membran der Ganglienzelle.

Bei allen früheren Autoren nach Schwann finden wir im Einklang mit dessen Lehre angegeben, dass die Nervenzelle der Centralorgane der Wirbellosen, wie der Wirbelthiere, eine strukturlose Membran besitze, und wenn auch ein derartiges Gebilde durchaus nicht zu sehen war, wie diess von den kleinen Zellen der Centralorgane nicht geläugnet werden konnte, so wurde doch eine Membran aufgedrängt: indessen nicht nur von den Forschern, zunächst nach Schwann, sondern auch von später auftretenden Autoren, so von Kölliker,[1] Faivre,[2] Gerlach,[3] Owsjannikow,[4] Schneider[5]). Insbesondere sucht Faivre für die Nervenzelle des Blutegels das Vorhandensein einer Membran zu beweisen, und kommt zu dem Schlusse, dass die Hülle der Ganglienzelle bei Hirudo dieselben Erscheinungen wie bei Wirbelthieren darbiete.

So kann eine geistreich und verlockend hingestellte Lehre die vorurtheilsfreie Beobachtung auf Jahre hinaus hemmen; und es muss Jedem, der eine frische Ganglienzelle aus dem Centralorgane gesehen hat, beinahe unerklärlich dünken, wie es kam, dass an diesem Elementargebilde eine Membran, welche nur mit Hülfe der Phantasie oder erkünstelt anschaulich gemacht werden konnte, durch mehr denn zwei Dezennien hindurch beibehalten wurde, in einer Zeit, wo es nicht an namhaften Gegnern gegen das Schwann'sche Schema fehlte, und membranlose Gewebselemente in den Eiterkörperchen und Dotterkugeln genügend bekannt waren.

Gerade diese Dotterkugeln nun, schon frühe von von Bischoff[6]) der Schwann'schen Zelle als hüllenlose Körper gegenübergestellt, waren es, welche im Verein mit anderen zutreffenden Beobachtungen Leydig[7]) zu dem Schlusse führten, »es seien nicht alle Zellen blasiger Natur, und nicht immer sei eine vom Inhalte ablösbare Membran zu unterscheiden,« wie wir in seinem Lehrbuche der Histo-

---

1) A. Kölliker, Mikroskop. Anat. II. 1. Hälfte. 1850. pag. 406.
2) Faivre, Annal. de sc. nat. 4. Série. Zool. V. 1856. pag. 364, 365.
3) Gerlach, Handbuch der allg. und speziell. Gewebel. des menschl. Körpers. Wien. 1860. pag. 434.
4) Owsjannikow, Annal. de sc. nat. IV. Série. Zool. XV. 1861. pag. 138.
5) Schneider, Neue Beitr. zur Anat. u. Morphol. der Nemat. (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863. pag. 5.)
6) Th. L. W. Bischoff, Entwickelungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. Leipzig 1842. pag. 53.
7) Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. 1857. pag. 9.

logie lesen; und in demselben Werke (pag. 49) spricht er sich über die Ganglienzelle dahin aus, dass derselben, namentlich in den Nervencentren eine membranöse Umhüllung mangele. Die ersten Versuche, die Membran der Nervenzelle fallen zu lassen, waren indess schon vor Leydig durch Bidder[1]) und nach diesem durch Stannius[2]) gemacht worden, ohne dass sie indess gegenüber den Gegnern hätten durchdringen können. Und selbst Leydig's Ausspruch wäre vielleicht nicht so bald zur allgemeinen Geltung gelangt, wenn nicht kurz darauf die Frage über die Membran der Nervenzelle durch Max Schultze[3]) in entschiedener Weise beantwortet worden wäre. Max Schultze reiht die Nervenzellen, je nachdem sie ohne jede Hülle, oder mit Neurilemm, oder mit Mark, oder mit Mark und Neurilemm umgeben sind, in vier Classen ein, von denen für uns hier vorzugsweise die erste Classe: »Cellulae gangliosae nudae, quae sunt cerebri, medullae spinalis rentinaeque«, von Bedeutung ist, da die peripherischen Ganglienzellen, welche die drei übrigen Abtheilungen umfassen, ausser dem Bereiche unserer Untersuchung liegen.

Seit Max Schultze's eben erwähnter Schrift über die Retina, der bald darauf folgenden »über Muskelkörperchen und das was man eine Zelle zu nennen habe,«[4]) und der gleichzeitigen nicht minder bedeutenden Abhandlung von E. Brücke[5]) »über die Elementarorganismen,« macht sich nun auf allen Gebieten der mikroskopischen Anatomie ein ziemlich rascher Abfall von der Schwann'schen Zellenlehre fühlbar, und im Besonderen sehen wir auf unserem Gebiete, dass jetzt beinahe allgemein die Ganglienzelle der Centralorgane als membranloser Körper betrachtet wird, so von Waldeyer[6]), Leydig[7]), Deiters[8]), Kölliker[9]), Max Schultze[10]), Gerlach[11]) u. A., wiewohl es andererseits nicht an Stimmen für eine Membran fehlt:

---

[1]) Bidder, zur Lehre v. d. Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. 1847.

[2]) Stannius, Göttinger Nachrichten 1850.

[3]) Max Schultze, Observationes de retinae structura penitiori. Bonnae. 1859. pag. 22.

[4]) Max Schultze, über Muskelkörperchen etc. (Archiv für Anatomie und Physiolog. 1861.)

[5]) E. Brücke, Die Elementarorganismen. (Sitzungsber. d kais. Akad. d. Wiss. zu Wien. Bd. XLIV. 2. Abth. 1861.

[6]) Waldeyer, Zeitschr. f. ration. Medizin. 3. Reihe, XX. pag. 221.

[7]) Leydig, vom Bau des thier. Körpers. I. 1864. pag. 84.

[8]) Deiters, Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark. 1865. pag. 55.

[9]) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 5. Aufl. 1867. pag. 248.

[10]) Max Schultze, in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben 1872. I. Bd. pag. 125.

[11]) Gerlach, in Stricker's Handb. d. Lehre v. d. Geweb. 1872. II. pag. 679.

Owsjannikow[1]), Schneider[2]), Walter[3]); Solbrig[4]) spricht sich dahin aus, dass nur in ganz seltenen Fällen eine Zellenhülle sich finden kann. Vorzugsweise durch Max Schultze wurde gezeigt, welche Modificationen bezüglich der Einbettung der an sich hüllenlosen Ganglienkörper in Mark oder Neurilemm im peripherischen Nervensystem der Wirbelthiere eintreten können. Nur einen dieser Fälle finde ich auch für die Wirbellosen, gleichfalls auf dem Gebiete des peripherischen Nervensystems anwendbar, und werde ich noch darauf zurückkommen. Für die Ganglienzellen der Centralorgane der Wirbellosen gilt dasselbe, was bei den Wirbelthieren der Fall ist — sie sind hüllenlose Körper (Leydig). Indessen bemerkt Leydig, es könne in gewissen Fällen eine dichte Rindensubstanz an der Peripherie der Zellsubstanz auftreten, ohne dass diese jedoch als »Membran« aufzufassen wäre.

Was weitere Hüllen dieses Protoplasten betrifft, so ist bei Wirbellosen zuerst von Leydig[5]) gezeigt worden, dass in den Ganglien einerseits durch Neurilemmscheidewände grössere Complexe von Zellen von einander abgeschieden sind, andererseits jede einzelne Zelle von der andern durch ein feinmaschiges Schwammgewebe getrennt ist. Diess letztere umhüllt die Zelle. Ausser dieser Umhüllung, welche auch anderen Forschern aufgefallen ist, ist von der centralen Ganglienzelle des wirbellosen Thieres bis jetzt keine mehr bekannt geworden.

So allgemein nun auch die Uebereinstimmung der Meinungen ist, welche sich bezüglich der Membrana propria der Ganglienzelle angebahnt hat, so wenig ist diess der Fall im Betreffe der Struktur des »Zellleibes.«

Während der geraumen Zeit, welche verstrich, bis Remak's fibrilläre Struktur von Anderen bestätigt wurde, sehen wir nicht minder wichtige Ansichten anderer Richtung auftreten. Bald nach Remak trat Harless[6]) hervor, dem Axmann und Lieberkühn folgten, mit Beobachtungen über Fibrillen, die vom Kern und Kernkörperchen ausgingen. Lieberkühn[7]) fand wie Harless an den Zellen des Frosches, dass aus dem Kern eine Röhre und aus dem Kernkörperchen

---

[1]) Owsjannikow, Annal. d. sc. nat. XV. pag. 138.
[2]) Schneider, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863. pag. 5.
[3]) Walter, Miskroskop. Studien etc. Bonn. 1863.
[4]) Solbrig, über die fein. Strukt. d. Nervenelemente bei der Gasteropod. 1872. pag. 22.
[5]) Leydig, üb. d. Nervensystem der Anneliden. (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1862. pag. 116.
[6]) Harless, Müller's Arch. 1846.
[7]) Lieberkühn, De gangl. struct. penitiori. 1849.

eine in diese Röhre laufende Faser entspringe. Bei den Wirbellosen wurde ähnliche Verhältnisse erst durch G. Wagener[1]) gefunden, jedoch nur sehr spärlich. Wagener konnte an den Nervenzellen des Blutegels die Lieberkühn'sche Röhre nicht sehen, dagegen an den Zellen von Limax at. und Lymnaeus stagn.; auch den Kernkörperfaden sah er. Ueberdiess beschreibt er noch einen zweiten Faden, der vom Kernkörperchen in entgegengesetzter Richtung abgeht. Weiter geschahen noch hieher gehörige Beobachtungen bei Wirbellosen durch Owsjannikow und neuerdings durch Solbrig. Owsjannikow[2]) schliesst sich Lieberkühn an. Nach Solbrig's[3]) Darlegung geht von einer Zelle stets nur ein Kernkörperfortsatz ab, von dem Solbrig behauptet, dass er als Nervenfaser weiter verläuft. Bei Weitem zahlreicher sind die Beobachtungen von Kern- und Kernkörperfortsätzen bei Wirbelthieren, unter denen insbesondere die Spiralfaser der sympathischen Ganglienzelle des Frosches von Beale und Arnold, die Fibrillen des Kernkörperchens und die sie umschliessenden vom Kern ausgehenden Röhren von Frommann hervorragen, denen sich mehr oder weniger bestätigende Untersuchungen von Courvoisier,[4]) Kollmann und Arnstein,[5]) Jolly,[6]) Meynert[7]) anschlossen. Indessen stimmen diese Beobachtungen nicht alle unter sich überein, und eine nicht unbedeutende Anzahl von Untersuchungen anderer Anatomen (Max Schultze, Deiters, Babuchin, Arndt, Stieda, Waldeyer) spricht gegen sie. Ueberdiess wurden auf dem Gebiete der Wirbellosen von der Mehrzahl der Forscher (Leydig, Will, Bruch, Schneider, Buchholz, Waldeyer, Walter) keine Kern- oder Kernkörperchenfäden beobachtet.

Zum Theil übereinstimmend mit den soeben erwähnten Untersuchungen über Beziehungen zwischen Kern und Kernkörperchen, zum Theil abweichend ist die von Stilling[8]) combinirte Theorie vom Bau der Ganglienzelle, wonach ein Netz feiner Elementarröhrchen das Protoplasma bildet, das Kernkörperchen überdiess aus drei

---

[1]) Guido Wagener, über den Zusammenhang des Kerns und Kernkörpers der Ganglienzelle mit dem Nervenfaden. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1857. VIII. pg. 455—457.)

[2]) Owsjannikow, Annal. d. sc. nat. 4. Sér. Zool. XV. 1861. pag. 139.

[3]) Solbrig, üb. d. feinere Struct. der Nervenelemente b. d. Gasteropod. 1872. pag. 45.

[4]) Courvoisier, Archiv f. mikrosk. Anat. II.

[5]) Kollmann u Arnstein, Zeitschr. f. Biol. II.

[6]) Jolly, Zeitschr. f. wiss. Zool. XVII. Bd.

[7]) Meynert, Bau der Grosshirnrinde. 1868.

[8]) Stilling, Beitr. zur Natur- u. Heilkunde. I. Heft: Anat. u. mikr. Unters. üb. d. fein. Bau d. Nervenprimitivfaser u. d. Nervenzelle. Frankf. 1856.

concentrischen Schichten, einer gelben, blauen und rothen besteht, von denen jede einen Faden zur Peripherie des Kerns schickt.

In der neuesten Zeit hat in den Spinalganglien des Menschen Eimer[1]) eine eigenthümliche Struktur beschrieben. Er sieht das Kernkörperchen von einem hellen Hof umgeben, dem optischen Querschnitt einer hellen Kugel, in deren Mittelpunkt das Kernkörperchen liegt. Diese helle Kugel ist nach Eimer auf ihrer ganzen Oberfläche mit Körnchen besetzt, die eben im Querschnitt einen Kreis darstellen den »Körnchenkreis«. Diesen Körnchenkreis sah Eimer zuerst an den Zellen der Haut der Maulwurfsschnauze, später auch an den sympathischen Ganglienzellen, Eimer kommt zu dem Schlusse, dass das Kernkörperchen von zwei ineinander geschachtelten Schalen umschlossen sei; zwischen beiden liege, ebenfalls schalenartig angeordnet, eine Lage feiner Körnchen, welche Eimer jedoch nicht als Nervenelemente hinzustellen wagt.

Die von Remak (wie schon oben erwähnt) zuerst beobachtete fibrilläre Struktur des Zellprotoplasmas wurde erst 1863 von Walter[2]) an den Ganglienzellen wirbelloser Thiere wieder beschrieben. Dann brachte Leydig[3]) bestätigende Angaben. Leydig fand, dass die Zellsubstanz an den Ganglienkörpern verschiedener Insekten, ferner bei Blutegeln in bestimmter Lagerung zum Kerne stehe, derart, dass sie eine den Kern zum Mittelpunkt nehmende, concentrische Streifung darbiete. An den grossen Ganglienzellen der Insekten lässt sich überdies erkennen, wie Leydig weiter bemerkt (l. c. pag. 222), »dass die Körnchen des den Nucleus concentrisch streifig umgebenden Protoplasmas nach dem Stiel hin linear sich ordnen, um hier zu fibrillärer Substanz sich umzugestalten. Zu gleicher Zeit beschreiben auch Beale[4]) und Frommann[5]) eine fibrilläre Struktur der Ganglienzelle des Wirbelthieres, nach ihnen insbesondere Max Schultze[6]), nachdem er schon vorher in seinem Vorwort zu Deiters'[7]) Werk (pag. XV.) sich dahin ausgesprochen hat, es sei nicht schwer, an der centralen Ganglienzelle (insbesondere des Rückenmarkes)

---

[1]) Eimer, zur Kenntniss vom Bau des Zellkerns. (Arch f mikr. Anat. VIII. 1871.)
[2]) Walter, mikroskop. Studien etc. 1863.
[3]) Leydig, vom Bau des thier. Körp. I. 1864.
[4]) Beale, Proceed. of the Roy. soc. London. XIII.
[5]) Frommann, Virchow's Archiv. XXXI.
[6]) Max Schultze, Observat. de struct. cellul. fibrarumque nerv. Bonner Universitätsprogr. 1868. pag. 5.
[7]) Deiters, Unters. üb. Gehirn u. Rückenm. Herausg. u. bevorwort. v. M. Schultze. 1865.

eine fibrilläre, oder körnig-fibrilläre Structur der Zellsubstanz nachzuweisen, in Folge dessen letztere sich wesentlich von dem Protoplasma anderer thierischer und pflanzlicher Zellen unterscheide und die Hauptsubstanz der reifen centralen Ganglienzelle demnach nicht mit den Namen Protoplasma bezeichnet werden könne. Kölliker schliesst sich M. Schultze's Auffassung an, welch' letzterer neuerdings seine Ansichten in Striker's Handbuch der Gewebelehre [1]) niedergelegt hat.

Eine bestimmte Entscheidung oder Uebereinstimmung der Ansichten in dieser Streitfrage ist indess bis jetzt noch nicht erfolgt; um so weniger, als sich bei anderen Autoren keine zutreffenden Angaben finden, so bei Waldeyer, Buchholz, Jolly, Sölbrig[2]), Obersteiner[3]), Henle[4]), und neuere Untersuchungen von Ernst Fleischl[5]) ebenfalls erweisen, dass die Substanz des Zellleibes der Ganglienkörper aus dem Gangl. Gasseri des Frosches keine fibrilläre Structur habe. E. Fleischl fand, »dass der membranlose Zellleib aus einer weichen Substanz besteht, welche entweder immer in kuglige Massen abgetheilt ist, oder sich nach Borsäure-Einwirkung in solche theilt.« »Zwischen diesen Kugeln liegt eine das Licht anders brechende Zwischensubstanz.« »Der Kern dieser Zellen ist,« wie Fleischl im Weiteren darlegt, »nicht das kuglige, allseitig abgegrenzte Gebilde, für welches man ihn meistens hält, sondern er hat die mannigfaltigsten Formen, und sendet vor Allem Ausläufer in das Innere der Zelle, welche mit der Zwischensubstanz zwischen den Kugeln des Zellleibes zusammenhängen, und welche, wenigstens in ihrem dem Kerne zunächst gelegenen Antheile aus derselben Substanz bestehen, wie der Kern.« Fleischl beobachtete ferner, dass unter Einwirkung von Borsäure aus diesen Zellen der Kern häufig austrete.

Ich werde im Verlaufe der Darlegung meiner Untersuchungen weitere Gelegenheit finden auf diese wichtige Entdeckung Fleischl's einer globulären und

---

[1]) pag. 128—132.

[2]) Die Abhandlungen der genannten Autoren sind bereits mehrfach citirt. Gerlach, (in Stricker's Handb. d. L. v. d. Gew. (pag. 680) spricht sich nicht bestimmt über seine eigenen Untersuchungen aus.

[3]) Obersteiner (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. zu Wien. LX. 2. Abth. 1869. pag. 113) hat an den grossen Ganglienzellen und ihren Fortsätzen der Kleinhirnrinde Streifung beobachtet, ohne ein Bild erhalten zu haben, auf Grund dessen er die Streifung für den Ausdruck von die Fortsätze zusammensetzenden Fibrillen hätte halten können.

[4]) Henle, Handb. d. Anat. d. Mensch. III. 1. Abth. pag. 21. 230. 260.

[5]) Ernst Fleischl, üb. d. Wirkung von Borsäure auf frische Ganglienzellen. (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. zu Wien. LXI. 2. Abth. 1870. pag. 813—818.

interglobulären Substanz zurückkommen. Buchholz[1]) hat an den Ganglienzellen von Süsswassermollusken ähnliche Verhältnisse beobachtet.

Von den übrigen Angaben, welche sich über das Protoplasma der Ganglienzelle des wirbellosen Thieres, bei den verschiedenen Forschern finden, ist noch hervorzuheben, dass die zuweilen auffallende Färbung, das mehr oder weniger grobgranulirte Ansehen der Nervenzellen insbesondere von Leydig[2]) beschrieben worden ist.

Der sogenannte »Kern« findet sich, so weit es die nervösen Centren wirbelloser Thiere betrifft, in allen Schriften als bläschenförmig mit deutlicher doppeltcontourirter Membran beschrieben, und schliesst derselbe nach Angabe der Autoren eines oder mehrere Kernkörperchen ein: so beobachtete Leydig[3]) bis zu acht, Solbrig[4]) bis zu 13 Kernkörperchen in einem Kern. Buchholz[5]) hat zahlreiche Messungen des Nucleus und Nucleolus angestellt, woraus er schliesst, dass wenn der Kern bis zu einer gewissen Grösse wächst, auch das Kernkörperchen zunimmt, wird der Kern aber noch grösser, so theilt sich das Kernkörperchen. Aehnliche Relationen zwischen Kern, Kernkörperchen und Zelle bezüglich ihrer Durchmesser hat schon früher J. Engel in seiner umfangreichen Abhandlung: *»Das Wachsthumsgesetz thierischer Zellen und Fasern, und die Kernstellung in denselben,«* für die Ganglienzellen des Ganglion Gasseri erwähnt.[6]) Engel gelangt zu dem Schlusse, dass die Ganglienzelle ein System von drei ineinandergeschachtelten Bläschen sei, von denen das kleinere zu dem grösseren sich immer verhalte, wie der Kernkörper zum Kern. Kuglige Abtheilungen im Inneren des Nucleolus wurden mehrfach beobachtet (Mauthner, Leydig, Walter, Buchholz, Solbrig). Schliesslich muss noch hervorgehoben werden, dass Leydig[7]) schon vor längerer Zeit fand, dass das Kernkörperchen in manchen Fällen nur eine Verdickung der Kernmembran sei.

---

[1]) Reinh. Buchholz, Bemerk. über den histiolog. Bau des Centralnervensystems der Süsswassermollusken. (Arch. f. Anat. u. Phys. 1863. pag. 250. 251.

[2]) Leydig, Vom Bau des thier. Körpers. I. 1864. pag. 85. 152. 223.

[3]) Leydig, ebendas. pag. 86.

[4]) Solbrig, über die feine Structur der Nervenelemente etc. 1872. pag. 30.

[5]) Buchholz, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1863. pag. 243.

[6]) J. Engel, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. zu Wien. 1851. VII. 1. Heft. pag. 147.

[7]) Leydig, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1849. pag. 131. Fig. 71. Tab. X.

2.

Von den Ganglienkörpern, welche in den Nervencentren des Blutegels vorkommen, will ich zuerst die der Ganglienkette betrachten.

Es finden sich da zwei Formen: die eine wird von den, allen Autoren bekannten sogenannten »unipolaren« Zellen gebildet, die andere begreift multipolare Ganglienzellen in sich.

Jene sind im frischen Zustande, wie ich sie aus dem, einem lebenden Egel entnommenen und eröffneten Ganglion unter dem Mikroskope heraustreten sehe, birn- oder keulenförmige, membranlose Körper einer hellerscheinenden Substanz; in ihrem Inneren fällt ein kugliges Gebilde durch seine ungemein deutliche doppelte Contour, der sogenannte »Kern« auf. Von den frei im Gesichtsfelde befindlichen Ganglienkörpern sind nur sehr wenige scharf begrenzt (Fig. 10), an den meisten sind zahlreiche Moleküle und Fibrillen (von dem Durchmesser von etwa $\frac{1}{10000}$ Mm.), von denen einige weit vom Zellkörper abstehen, zu sehen: ein »körnig-fibrilläres Gewebe«, welches die Ganglienzelle umhüllt[1]), und ihre Contour nur undeutlich erkennen lässt (Fig. 11). Aus dieser Umhüllung ragt zuweilen der »Fortsatz« weit hervor. Es ist an ihm keine Struktur wahrzunehmen und er erscheint völlig homogen. Die Consistenz der Substanz, aus welcher der Zellkörper besteht, ist weich, und zugleich von gewisser Elastizität. Ein langsam gesteigerter, nicht allzu lang andauernder Druck lässt an der äusseren Form der Zelle keine merklichen Spuren zurück: der Zellleib gibt ihm nach, wird abgeplattet, nimmt aber wenn der Druck aufhört, vermöge der Cohäsion und Elastizität seiner Substanz wieder die frühere Gestalt an. Dabei zeigt sich aber, dass das den Zellenkörper einhüllende körnig-fibrilläre Gewebe dem Drucke nicht den Widerstand zu leisten vermocht hatte, wie das Protoplasma. Man sieht es an manchen Stellen von diesem weggerissen und den eigentlichen Zellleib isolirt. An solchen Stellen erscheint das Protoplasma ungemein hell; kleine Moleküle sind in ihm, jedoch nicht in besonders dichter Anzahl zu sehen. Hat sich nun der Druck so gesteigert, dass er die Cohäsionsgrenze der Zellsubstanz erreicht hat, und diese zerquetscht wurde, so sieht man, wenn der Druck nicht zu rasch ausgeübt wurde, häufig ein kugelförmiges, bläschenartiges Gebilde frei im Gesichtsfelde. Diess ist der isolirte »Kern«. Es hängen an seiner Oberfläche nur selten noch Theilchen der Zellsubstanz, meist ist er ganz glatt, mit scharfer doppeltliniger Begrenzung, und bietet

---

[1]) S. pag. 30, Fig. A. c, d.

das Bild einer tadellosen Kugel. Die ziemlich dicke Membran dieses Bläschens, deren Vorhandensein durch die deutliche doppelte Begrenzungslinie bewiesen ist, hat an ihrer Innenfläche eine sehr kleine, halbkugelige Hervorragung, oder, — wenn ich nur das Bild, welches sich hiedurch dem Beobachter darbietet, in's Auge fasse —, die innere der beiden Grenzlinien weicht auf einer kurzen Strecke gegen das Centrum des Bläschens ab, wodurch an einer Stelle der Peripherie die Membran des Bläschens linsenförmig verdickt ist. In den meisten Fällen sah ich dieses Bläschen (den sogenannten »Kern«) so in dem Ganglienkörper gelagert, dass ich die verdickte Stelle von der Seite sehen konnte, doch fehlt es nie an Zellen in denen das Bläschen mit der verdickten Stelle der Membran nach oben oder unten gelagert ist. In Figur 10 a habe ich das Bläschen dargestellt mit der verdickten Stelle nach rechts gewendet; (ebenso in Fig. 11 in dem mittleren und rechts befindlichen Ganglienkörper.) In Fig. 10 c, ist diese Verdickung mehr von oben gesehen, wie diess öfter zu beobachten ist. In solchen Fällen hat man das Bild des sogenannten »Kernkörperchens« vor sich, d. h. eines in dem Kern eingeschlossenen Gebildes. Durch Drehen und Wenden des Objectes lässt sich jedoch in jedem Falle die oben beschriebene Natur desselben erkennen.

Die Bläschennatur des Kernes ist hauptsächlich an den aus dem Zellkörper (durch Druck) isolirten »Kernen« auf das deutlichste zu erkennen. Im Innern dieses Bläschens konnte ich meistens keine weiteren Gebilde erkennen. Nur selten beobachtete ich zwei bis drei kleine Körperchen in ihm. Der ganze Innenraum erscheint mit einer hellen, durchsichtigen Substanz erfüllt, über deren Aggregationszustand ich nur wenig Aufschluss zu geben vermag. Flüssig ist der Inhalt nicht, wie er von verschiedenen Forschern bezeichnet wird. Jedoch unterliegt es keinem Zweifel, dass er aus einer bedeutend wasserreicheren Substanz als der übrige Zellkörper besteht. Der geringe Grad der Cohäsion, welcher dem »Kerninhalte« eigen ist, deutet darauf hin; ferner die Art der Alkoholeinwirkung. Lässt man frischen Ganglienzellen Alkohol zufliessen, so contrahiren sie sich nur wenig; isolirt man aber, durch vorsichtig gesteigerten Druck die Kerne, so erleiden diese bei Akoholeinwirkung eine bedeutende Faltung und Schrumpfung der Membran.

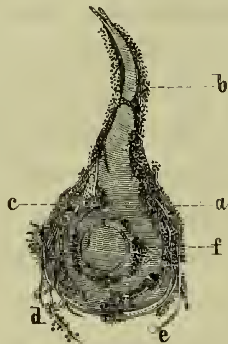
Ein eigentliches »Kernkörperchen« fehlt also in den meisten Fällen; nie aber die oben besprochene linsenförmige Verdickung der Membran. Leydig hat schon vor längerer Zeit auf sie aufmerksam gemacht, ohne dass sie bis jetzt eine Bestätigung erfahren hätte. (S. am Schlusse des histor. Ueberblicks.) Jedoch kann dieser Verdickung nicht die Bezeichnung »Kernkörperchen« gegeben werden, da ihre Natur

dem hiemit verbundenen Begriffe nicht entspricht. Zu erwähnen ist noch, dass in einigen Fällen an der inneren Seite der verdickten Stelle eine Einkerbung vorkommt (Fig. 10b); in manchen beobachtete ich auch statt dieser Einkerbung eine kleine Hervorragung.

Den durch Fleischl an den Ganglienzellen aus dem Ganglion Gasseri des Frosches aufgefundenen Zusammenhang des Kerns mit der interglobulären Substanz des Zellleibes konnte ich an den mit Borsäure behandelten Ganglienzellen aus den Ganglien des Blutegels nicht beobachten, wiewohl ich mich genau an Fleischl's Methode hielt. Auch sah ich niemals auf Borsäureeinwirkung den Kern austreten. Oefters jedoch beobachtete ich das letztere bloss auf längerwährende Wassereinwirkung hin, in diesem Falle aber war er meistens an der Oberfläche glatt, nur selten sah ich einige Klümpchen der Zellsubstanz an ihm hängen; dasselbe Verhalten beobachtete ich auch an den durch Druck isolirten Kernen.

Die Substanz der frischen Ganglienzelle ist am Fortsatz, der meist frei aus der körnig-fibrillären Umhüllung hervorragt hell und homogen. Der Fortsatz selbst kann in seinem ganzen Verlaufe nur an Durchschnitten durch Ganglien gesehen werden. Bei der Untersuchung der frischen Zellen ist er immer abgerissen. Eine Längsstreifung, oder ein ähnliches Bild, das auf eine fibrilläre Structur deuten könnte habe ich während der ganzen Dauer meiner Untersuchung nie wahrgenommen. Die Beobachtung des übrigen Zellkörpers ist durch die Umhüllungsgewebe etwas erschwert. Doch finden sich bei aufmerksamem Durchmustern stets einige Zellen, an welchen nur wenig von jenem körnig-fibrillären Gewebe ist. Da zeigt sich nun, dass in der ungemein hellen Substanz, aus der der Zellkörper besteht, Körnchen in reicher Anzahl aber von verschiedener Grösse sich befinden. Stellt man auf die Oberfläche einer der grösseren im Gesichtsfelde frei schwimmenden Zellen ein, so ist die Anzahl dieser Granula sehr vermindert, an manchen Stellen, insbesondere an den grossen ventralen Zellen, von denen einige zu $\frac{5}{100}$—$\frac{8}{100}$ Mm. (in der Breite) messen, fehlen sie ganz, so dass man eine glasshelle, homogene Rindenschichte vor sich hat. Dringt man nun aber gegen das Centrum des Ganglienkörpers vor, so findet man die Körnchen dichter stehend, die Zellsubstanz erscheint dunkler, und ausserdem hin und wieder ovale, rundliche Gebilde. Indess ist die Beobachtung der frischen Zelle wegen des allseitig an ihr hängenden Umhüllungsgewebes sehr erschwert. Ich stellte daher die weiteren Untersuchungen an Durchschnitten durch die grösseren, erhärteten Zellen an, welche sich in einem senkrecht durch die Längsachse eines Ganglions geführten Schnitt immer finden. (Das Objekt war in 96$^0/_0$ Alkohol gehärtet und zwar

in der Weise, dass nicht das Ganglion vorher isolirt wurde, sondern ein etwa 1 Centim. dicker Querschnitt des Egels in Alkohol gelegt wurde.) An solchen vom Schnitt getroffenen grösseren Zellen nun fand ich immer dieselben Strukturverhältnisse der Zellsubstanz. Das umhüllende und die Zellen von einander trennende körnig-fibrilläre Gewebe (nebenstehende Figur A. c.) zeigt sich wenig verändert. Der Zellkörper hat sich deutlich abgegränzt und von dem Umhüllungsgewebe etwas zurückgezogen. Die Fibrillen des letzteren stehen an Durchmesser kaum hinter dem frischen Gewebe zurück. Nicht selten sah ich sie, wie auch im frischen Zustande, mit einer kleinen knopfförmigen Anschwellung enden (Fig. A. e.); an den freien Zellrändern sind sie meist losgelöst (Fig. A. d.). Dieses Gewebe begleitet auch den Fortsatz auf seinem Verlaufe bis zu seinem Uebergang in die Centraltheile der Ganglien.



Figur A.

In dem Zellleib nun beobachte ich an den erhärteten Zellen immer zwei Substanzen von einander getrennt; die eine umfasst weitaus seinen grössten Theil, erscheint gleichmässig homogen, oder in einigen Fällen feingekörnt, nimmt überall die äusseren Schichten des Zellkörpers ein, gibt ihm seine Gestalt, und bildet allein den Fortsatz (b). Der Fortsatz theilt sich an einigen Zellen in zwei feine Fibrillen, an andern in drei. Eine Theilung in mehr als drei Fibrillen habe ich nie beobachtet. Der Durchmesser dieser Fibrillen ist etwa gegen $^{6}/_{10000}$ Mm.

Die andere Substanz erscheint als aus gröberen Körnern bestehend und ist in ungleich grossen Massen um den Kern herum gelagert (f, Fig. A.). Diese einzelnen Gruppen werden indess von der anderen homogenen Substanz immer umschlossen; und steht demnach der Kern nur mit der erstgenannten homogenen Substanz in Verbindung. Ob nun diese Verbindung in der Art vorhanden ist, dass, wie Fleischl für die Ganglienzellen des Ganglion Gasseri des Frosches erweist, der Kern ein verzweigtes Gebilde darstellt, dessen Fortsätze mit der interglobulären Substanz zusammenhängen, will ich für die Zellen des Blutegels noch nicht als unumstösslich behaupten; so viel indess verdient Erwähnung, dass ich an den Zellen, welche mir jene

---

Fig. A. Ganglienkörper aus einem senkrechten Durchschnitt durch ein Bauchganglion, zum Theil von dem körnig-fibrillären Gewebe (*c*, *d*, *e*) umhüllt; *a* äussere Substanz in den Fortsatz *b* übergehend; *f* innere, grobgekörnte Substanz dicht um den Kern gelagert; dieser ist mit der verdickten Stelle seiner Membran nach links gerichtet.

deutlich abgeschiedenen Gruppen grösserer rundlicher Körperchen in der homogenen (oder feingranulirten) Substanz zeigten (und diess war an allen in Alkohol erhärteten und durchschnittenen Zellen der Fall) die scharfe doppelte Contour des Kerns zuweilen nicht mehr wahrnehmen konnte. Die verdickte Stelle seiner Membran indess konnte ich beinahe in allen Zelldurchschnitten noch finden. In den meisten Fällen aber hatte der Kern seine scharfen Contouren erhalten.

Hervorheben muss ich noch, dass ich die eben beschriebene Struktur der Ganglienzelle nicht nur an in Alkohol, Chromsäure oder Ueberosmiumsäure erhärteten Objekten, (in diesem Falle immer, wenn auch nicht überall in gleich ausgedehntem Masse), sondern auch an frischen Ganglienkörpern beobachtet habe. In völlig frischem Zustande ist nicht leicht im Inneren des Zellkörpers eine weitere Struktur wahrzunehmen. Bei steter Erneuerung des Präparates und Beobachtung einer grossen Reihe von Ganglienkugeln werden sich indess manche zeigen, welche in ihrem Inneren jene, oben schon erwähnten, ovalen hellen Gebilde von etwa $^3/_{1000}$ Mm. erkennen lassen. Manche Zellen erschienen reichlicher mit diesen Gebilden erfüllt als gewöhnlich. Fehlt mir nun auch der Beweis, dass die von mir in der frischen Zelle gesehenen ovalen Körper mit den in der erhärteten und durchschnittenen Zelle gesehenen Gebilden identisch sind, so kann ich doch das als sicher hinstellen, dass die dem Zellkörper eigene, den sogenannten »Kern« umschliessende Masse zwei Substanzen wahrnehmen lasse, von denen die eine die Gestalt des Zellleibes bedingt, und die andere in sich eingebettet hält. Doch finde ich sie nicht mit dem Kern zusammenhängend. Sie setzt sich als »Fortsatz«, wie oben schon erwähnt, in feinere Fibrillen fort, welche in Bezug auf Consistenz sich wenig von der Zellsubstanz unterscheiden. Die andere, in kleineren Massen in die eben besprochene eingebettete Substanz ist mir durch ihr Verhalten gegen Alkohol aufgefallen: sie löst sich in ihm, während die erstbesprochene von Alkohol ziemlich wenig angegriffen wird, wie sich diess an den Fibrillen (s. letzt. Cap.), die aus ihr bestehen, nachweisen lässt.

Ich weiss nun nicht, in wie weit diese Sonderung in zwei Substanzen mit der von Fleischl an der Ganglienzelle des Frosches gefundenen globulären und interglobulären Substanz übereinstimmt. Die grobgekörnte Substanz zeigte zwar in manchen Zellen eine gleichmässige Vertheilung um den Kern herum, in den meisten waren es unregelmässige Gruppen, in denen sie in der homogenen Substanz eingebettet lag. Der Kern lag in allen Fällen in der homogenen Substanz, also in der

der interglobulären entsprechenden eingebettet, ohne dass ich indess annehmen könnte, sein Zusammenhang mit dieser sei durch Fortsätze bedingt.

Die Grösse der unipolaren Ganglienzellen ist bedeutenden Schwankungen unterworfen. Ihre meist nicht sehr regelmässige und unsicher begrenzte Gestalt lässt überdiess eine genaue Messung nicht zu. Der Breitendurchmesser (senkrecht zum Fortsatz gedacht) ist eine sehr ungenaue Massangabe für die Grösse der Zelle, da die gleiche Masse Protoplasmas bei spindelförmiger Zelle einen geringeren Werth ergibt, als wenn diese der Quere nach zusammengedrückt ist, Formen, die nur zu häufig vorkommen. Ich glaube daher, dass der Werth solcher Messungen nicht sehr hoch anzuschlagen sei. Doch sollen einige Angaben hier Platz finden.

Ganglienzellen von schön ovaler Birnform finden sich bei Hir. med. in der Grösse von 0,007 Mm. bis 0,08 Mm. (im Querdurchmesser). Das obere Schlundganglion und die hintersten und vordersten Bauchganglien enthalten meist kleinere Ganglienkörper, — die mittleren Ganglien und das untere Schlundganglion die grössten. Die meisten Zellen haben einen Querdurchmesser von 0,035 — 0,04 Mm. Was die Unregelmässigkeit der Form betrifft, so finden sich Zellen, bei denen z. B. der Querdurchmesser 0,04 Mm. misst, der Längsdurchmesser aber den Durchmesser des Kerns nur um Weniges übertrifft. Umgekehrt kommen sehr lange, spindelförmige Zellen vor, deren Breite kaum mehr als das Doppelte des Fortsatzes beträgt.

Die Grösse des Kerns und der Verdickung in der Membran ist ziemlich constant, wenn auch von der Durchschnittszahl abweichende Grössen vorkommen. Diese beträgt nach meinen Messungen:

1) Für den Kerndurchmesser: . . . . . . 0,015 Mm.
2) Für den Umfangsdurchmesser der verdickten Stelle 0,003 Mm.
3) Für deren Dicke . . . . 0,002 Mm.

Als Maximum fand ich:

1) Für den Kerndurchmesser . . . . . . 0,020 Mm.
2) Für den Umfangsdurchmesser der verdickten Stelle 0,003 Mm.
3) Für die Dicke derselben . . . . , . 0,003 Mm.

Als Minimum ergab sich:

1) Für den Kerndurchmesser . . . . . . 0,009 Mm.
2) Für den Umfangsdurchmesser der verdickten Stelle 0,001 Mm.
3) Für deren Dickendurchmesser . . . . . 0,001 Mm.

Die Dicke der verdickten Stelle (in ihrer grössten Convexität gemessen) hält also mit dem Umfangsdurchmesser gleichen Schritt, was die Zunahme und Abnahme

beider Diameter betrifft; nicht so mit dem Kerndurchmesser. Oft beobachtete ich an Kernen von nahezu gleicher Grösse Verdickungen, deren innere Convexität beinahe die Halbkugel erreichte, während sie bei anderen nur einen flachen Bogen beschrieb.

Die Annahme von Buchholz, welcher an den Ganglienzellen von Lymnaeus zahlreiche Messungen ausgeführt hat, dass einer grösseren Zelle auch ein grösserer Kern entspreche, ferner, dass während der Kern zunehme, auch das Kernkörperchen wachse, bei einer gewissen Grösse des Kerns dieses aber sich theile, dessgleichen die Resultate Engel's finde ich, wie dem Vorhergehenden zu entnehmen ist, bei Hirudo med. nicht bestätigt. Ein bestimmtes Verhältniss zwischen Zelle und Kern, in Bezug auf ihre Grösse, konnte ich nicht finden, und oft beobachtete ich in auffallend verschieden grossen Zellen nahezu gleich grosse Kerne. Auch im Betreffe des Kerns und Kernkörperchens zeigten sich keine zutreffenden Resultate; um so weniger, als die Ganglienzellen des Bauchmarks und Schlundringes von Hirudo med. nur selten wahre »Kernkörperchen« zeigen; da das bis jetzt als solches bekannte Gebilde nur eine Verdickung der Membran des Kerns ist.

Wie die Messung der Zelle selbst, so ist auch die Bestimmung der Breite des Fortsatzes äusserst misslich, da bei keiner Zelle genau zu entscheiden ist, wo der Fortsatz anfängt, und dieser überdiess während seines ganzen Verlaufs nicht überall die gleiche Breite zeigt. Die Breitendurchmesser der Fortsätze ergeben eine Schwankung von 0,002 bis 0,0112 Mm. Als Mittelwerth fand ich 0,005 Mm. In sehr vielen Fällen war die Breite des Fortsatzes wegen zu grosser Kürze und beständiger Verjüngung desselben nicht zu bestimmen.

Neben diesen im Vorigen beschriebenen Zellen kommen im Bauchmarke des Blutegels noch zwei Arten von Ganglienkörpern vor, welche nicht nur durch ihre Form, sondern auch durch ihre constante Lage wesentlich ausgezeichnet sind. Beide Arten sind sogenannte »multipolare« Zellen, ein Ausdruck, den ich nur insoferne hier anwende, als bei den oben besprochenen »unipolaren« Zellen der Zellkörper sich in Einen mehr oder weniger langen, starken Fortsatz verlängerte, der erst im weiteren Verlaufe sich in feinere Fibrillen spaltete, während bei diesen Formen der Zellkörper nach mehreren Seiten hin grössere Fortsätze entsendet.

Die eine Art wurde insbesondere von Leydig, der sie zuerst bei Nephelis beschrieben hat (S. oben pag. 17), eingehender untersucht; Leydig vermuthet in ihnen dem sympathischen Nervensystem angehörige Elemente; auch ihre constante Lage hat Leydig zuerst hervorgehoben. In jedem Bauchganglion (ausser dem ersten und letzten) liegen zwei solcher Zellen, und zwar auf jeder Seite zwischen dem

Ursprunge der beiden Seitennerven Eine, von der in jeden der beiden Nerven ein Fortsatz abgeht (S. Fig. 6, g), weshalb sie Leydig als »bipolare« Zellen bezeichnete.

Dieses Verhalten kann auch ich auf Grund meiner Untersuchungen bestätigen; überdiess aber beobachtete ich noch, dass gegen das Centrum des Ganglions ein dritter Fortsatz zieht (Taf. XV. Fig. 33, o).

Das Eigenthümliche der Lage dieses Ganglienkörpers liegt darin, dass er, wie diess sowohl am unversehrten Ganglion wie auch an Horizontalschnitten zu sehen ist, nicht innerhalb der eigentlichen Höhlung des Ganglions, sondern in der Neurilemmwandung desselben eingebettet liegt. Sein central gerichteter Fortsatz durchbricht nicht sofort das Neurilemm nach innen, sondern zieht den Ursprungsbündeln des hinteren Seitennerven entlang in das Innere des Ganglions. Auch die zwei in die Seitennerven übergehenden Fortsätze können auf eine ziemlich weite Strecke, gesondert von den übrigen Nervenfasern verfolgt werden; im weiteren Verlaufe aber zertheilen sie sich in feinere Fibrillen.

Da Leydig den Zusammenhang dieser Zellen mit sympathischen Elementen wahrscheinlich gemacht hat, liess ich mir ihre Untersuchung besonders angelegen sein, konnte aber bis jetzt keine Anhaltspunkte gewinnen, auf Grund deren ich diese Ganglienkörper dem sympathischen Nervensystem hätte einreihen können. Dem Ansehen und Bau nach sind sie von den übrigen Ganglienkörpern, die ich zuerst betrachtet habe, nicht verschieden. Trotzdem aber bin ich nicht der Ansicht, dass sie dem centralen Gebiete des Nervensystems zugetheilt werden können. Sie gehören den hinteren Seitennerven an, und sind »intercurrente« Zellen, jedoch mit der Eigenthümlichkeit, dass sie unmittelbar an dem Centralorgane sich befinden, in dessen Neurilemm sie liegen, so dass der central laufende Fortsatz in seinem ganzen Verlaufe in dem Ganglion liegt. Hiezu kommt noch der in das Gebiet des anderen Seitennerven hinüberziehende Fortsatz. Der letztere Umstand, die Vermittelung einer Leitung zwischen beiden Seitennerven unterscheidet sie von den gewöhnlichen »intercurrenten« Zellen; ihre Lage aber zeigt, dass sie dem hinteren Nerven und nicht dem Ganglion angehören; wie auch die Intervertebralganglien in das Gebiet der Rückenmarksnerven, nicht in das des Rückenmarks einbezogen werden.

Die andere Art der multipolaren Form habe ich bis jetzt von Keinem der Autoren erwähnt gefunden. Ebenfalls wie die vorige ist sie durch ihre constante Lage und Gestalt ausgezeichnet, liegt aber nicht peripher, sondern im Inneren des Ganglions. Ihre Grundform ist länglich oval und ihre Lage im Ganglion so, dass

die Längsachse in der Medianlinie von vorne nach hinten gerichtet ist. Auf diese Weise befinden sich in jedem der kleinen viernervigen Ganglien, (wie ich die Bauchganglien ausser Gehirn und letztem Ganglion bezeichnen will) zwei solche Zellen in der Medianlinie hintereinander (Fig. 32, r. Fig. 34, k.), im unteren Schlund- und im letzten Ganglion je sechs bis sieben (Fig. 41 und 42, n. Fig. 43, h.); der obere Schlundtheil des Gehirns hat keine derartigen Ganglienzellen.

Der Zellkörper verlängert sich am vorderen und hinteren Ende zu je einem Fortsatz, von denen der eine der gegen das Centrum des Ganglions gerichtete, die Verbindung mit der anstossenden gleichgestalteten Zelle vermittelt, der andere in die entsprechende Commissur übergeht (Fig. 32, s, t. Fig. 34, i, l.) Seitlich gehen nach Aussen zwei ziemlich starke Fortsätze ab, von denen der eine etwas schief nach oben, der andere etwas nach unten seinen Verlauf nimmt (Fig. 31, 3, 4.).

Ausser diesen sechs stärkeren Fortsätzen entspringen nun von dem Zellkörper an seiner oberen Seite noch feinere Fasern von stets gleichem charakteristischen Ansehen. Die Zellsubstanz erhebt sich zu einem niedrigen Kegel mit breiter Basis, dessen Spitze sich in eine lange und feine Fibrille von etwa $\frac{6}{10000}$ Mm. Dicke verlängert, die stets durch ihren starren und geraden, gegen den oberen Querfaserzug gerichteten Verlauf ausgezeichnet ist (Fig. 43, l. Fig. 32. 41. 42.).

In jedem Ganglion zeigt ein durch die Medianebene geführter Schnitt dieses Verhalten der nach oben ziehenden feinen Fasern, welches, im Verein mit der constanten Lage und den anderen nie fehlenden Fortsätzen der ganzen Zelle ein auffallend charakteristisches Ansehen verleiht. Der übrige Bau des Zellkörpers ist von dem der sog. unipolaren Zellen nicht verschieden. Die Zellsubstanz zeigt das gleiche Verhalten und auch der Kern dieselbe linsenförmige Verdickung seiner Membran.

Die Grösse dieser multipolaren Zelle beträgt etwa $\frac{4}{100}$ — $\frac{5}{100}$ Mm. im Querdurchmesser.

Diess genügt vorerst zur allgemeinen Charakteristik dieses Ganglienkörpers, den ich wegen seiner Lage im Ganglion im Folgenden als **„mediane Zelle“** bezeichnen werde.

Die weiteren Beziehungen desselben zu den übrigen Gewebselementen werde ich bei Besprechung der Topographie (IV. Cap. 2.) näher darzulegen versuchen.

Im Inneren der Ganglien und zwar innerhalb der »inneren Kapsel« (S. IV. Cap.) begegnen wir nun noch kleinen multipolaren Ganglienkörpern, wenn ich ihnen überhaupt diese Bezeichnung beilegen darf. Es lässt sich in ihnen kein »Kern«

wahrnehmen und überhaupt kein besonders differenzirter Zellkörper. Sie sind nur Knotenpunkte, Verbindungsstellen (Fig. 17, 18, 19, b.) zwischen den das Centrum der Ganglien durchziehenden Fibrillen, deren Verlauf ich weiter unten besprechen werde. Ihre Grösse, d. h. ihr Durchmesser, beträgt etwa $\frac{5}{10000}$ — $\frac{6}{10000}$ Mm. Dem Inneren der Ganglien entnommene Stückchen, zerzupft, zeigen die Bilder, wie ich sie in Fig. 17, 18 und 19 dargestellt habe.

Es ist nun fraglich, ob diese kleinen »Knotenpunkte« den übrigen Ganglienkörpern gleichwerthig zu achten sind. In den Fällen, wo sie nur als Theilungsstellen der Fibrillen auftreten, muss die Frage verneint werden. Dagegen zeigen sich in einigen Abschnitten der Centraltheile der Ganglien Formen, denen der Werth einer multipolaren Zelle entschieden beigelegt werden muss, desshalb, weil wir hier nicht eine einfache Theilung einer Fibrille oder eine Abzweigungsstelle einer Faser von einer anderen vor uns haben, sondern einen Zusammenfluss von mehreren Fibrillen, und zwar einerseits solchen, die im weiteren Verlaufe sich als direkte Ausläufer von den oben beschriebenen Ganglienkörpern erkennen lassen, andererseits solchen, die als centrale Fibrillen in das Innere der Ganglien ziehen, um sich hier mit noch anderen Fibrillen durch solche »Knotenpunkte« zu verbinden oder einen peripheren Verlauf gegen die Nervenwurzeln zu nehmen.

Ich kann daher diese kleinen Verbindungskörper den übrigen Ganglienzellen zwar nicht gleichstellen, halte für sie aber doch den Werth multipolarer Zellen aufrecht, insoferne, als ich sie als Uebergangselemente betrachte, welche die Verbindung zwischen den zur Peripherie ziehenden Fibrillen und den im Obigen beschriebenen grossen Ganglienkörpern, seien es die »unipolaren«, oder die »multipolaren«, vermitteln. (S. hierüber IV. Cap. 2.)

Ich gehe nun zu den Ganglienzellen des sympathischen Nervensystems über. Die hiehergehörigen Zellen zeigen, was Inhalt betrifft, folgende Eigenschaften.

Das Protoplasma, welches grob granulirt und mit unzähligen kleinen Körperchen von $^2/_{10000}$—$^4/_{10000}$ Mm. Durchmesser erfüllt ist, birgt in sich einen runden, hellen Kern. Dieser hat aber nicht die scharfen Contouren, welche sich bei dem Kern der erstbeschriebenen Zellenart finden; auch ist sein Inhalt nicht so klar und hell wie bei diesen. Während ferner an den Kernen der Zellen in den Schlund- und Bauchganglien nur selten ein wahres Kernkörperchen vorkommt, finden sich solche an den sympathischen Zellen bis zu vier oft in einem Kern, zuweilen ist aber auch nur eines, zuweilen gar keines vorhanden. Meist sitzen sie wandständig.

Die Körperchen im Protoplasma sind sehr stark lichtbrechend. Ihre Grösse beträgt gegen 0,00025 Mm. (Mittelwerth), sinkt jedoch nicht unter 0,0002 herab, und erreicht in einigen Fällen das Maximum von 0,0004 Mm.

Das Protoplasma zeigt ausser diesen Körnchen mitunter blasenförmige Räume in seinem Inneren, deren Deutung mir schwer fällt. In keinem Falle dürfen sie als Kerne angesehen werden, da ihnen jederzeit Membran und Kernkörperchen fehlt. Auch Fetttröpfchen sind sie nicht, da ihnen das optische Verhalten jener mangelt. Ihr Vorkommen beim lebenden Thiere weist ferner die Annahme von Artefakten zurück und ist für die im Vorigen beschriebene Struktur von zwei Substanzen des Zellkörpers von hohem Werth. Es ist an manchen Zellen in frischem Zustande das Vorhandensein einer globulären und interglobulären Substanz ungemein deutlich zu erkennen.

Die hier als interglobuläre Substanz anzusehende Substanz ist mit viel mehr Körnchen erfüllt, als bei der Ganglienzelle der Bauchganglien. Dazu kommt, dass die kleinen Körperchen, welche zuweilen um solche Gebilde herum in Molekularbewegung sich befinden, nie in jene sich hineinbewegen, sondern wie an einem festen Körper anstossen, wiewohl weder eine Membran noch eine auf einen Kern deutende Beschaffenheit zu bemerken ist.

Hier möchte vielleicht der Ort sein, eine Erscheinung zu erwähnen, die ich sehr häufig an den sympathischen Ganglienzellen beobachtete: nemlich eine äusserst heftige Molekularbewegung der im Protoplasma enthaltenen kleinen Körperchen. Zuweilen erstreckte sich die Bewegung dieser sogar in den Fortsatz 0,005—0,006 Mm. weit hinein. In einigen Fällen war die Bewegung nur schwach, und dicht um den Kern herum, in andern zwischen etlichen jener blasenartigen Abtheilungen; nie aber gelangten einige der kleinen Körperchen in diese hinein. An einem Präparate, welches eine Zelle mit einem abgerissenen Fortsatz zeigte, deren Körnchen in Molekularbewegung sich befanden, konnte ich deutlich sehen, wie nach und nach eine Menge der kleinen Körperchen aus der Zelle durch den Fortsatz herausgeriethen. Ohne die Frage, ob diese Erscheinung Leben oder Tod bekunde, näher berühren zu wollen, möchte ich nur noch bemerken, dass ich am lebenden Thiere[1]) zuerst diese Erscheinung wahrnahm, dann auch in einigen Fällen an der abpräparirten Magenwand.

---

[1]) Zu diesem Behufe wurde an der Bauch- und Rückenseite des Blutegels, mit möglichster Schonung der Ganglienkette und des seitlichen Gefässsystems, je eine dem untersten Durchmesser des anzuwendenden Linsensystems entsprechende Lamelle und überdiess ein gleich grosses Stück der Bauchwand des Magens wegpräparirt, so dass nur dessen

Wenn dieser Molekularbewegung vor der Hand auch weiter keine Bedeutung zugemessen werden kann, so wird sie doch dazu dienen, eine fibrilläre oder geschichtete Structur des Protoplasmas (im Sinne Remak's und Max Schultze's) zurückzuweisen. Wäre eine solche vorhanden, so würde sie ohne Zweifel auf die Bewegung der Körperchen in irgend einer Art Einfluss üben; es könnten diese jedenfalls nicht so unregelmässige Exkursionen beschreiben, oder es bliebe wenigstens die Bewegung auf einen bestimmten Theil des Protoplasmas beschränkt.

Viel wichtiger als die eben beschriebenen Eigenschaften des Inhalts der sympathischen Ganglienzelle ist folgender Umstand, der mich zugleich bestimmte, im Vorhergehenden das Wort »Inhalt« bei dieser Zellenart anzuwenden.

Alle neueren Autoren stimmen darin überein, dass die sympathischen Ganglienzellen bei Hirudo weder von Neurilemm noch von einer Membran umschlossen sind. Was das Neurilemm betrifft, so kann das Fehlen desselben auch ich bestätigen; in Bezug auf die Membran aber — worüber indess nur wenige Angaben in der Literatur sich finden — zeigen mir meine Untersuchungen das Gegentheil. Es zieht sich nemlich, wie ich an jedem frischen Präparate und noch besser am lebenden Thiere beobachtete, ein äusserst feines, anscheinend »strukturloses«, glashelles Häutchen über die Ganglienzelle weg auf ihre Fortsätze. Diese feine Membran zeigt sich an der Peripherie der Zelle als einfache Contour, welche aber nicht immer unmittelbar an dem Protoplasma anliegt. Namentlich an den Ursprungsstellen der Fortsätze hebt sie sich als feine Linie merklich von diesem ab. Diese feine Hülle begleitet die einfache Nervenfaser von der Ganglienzelle bis zum Eintritt in grössere Stämme; an diesen konnte ich indess nichts mehr von einer Membran gewahr werden.

Die Nervenzellen des sympathischen Nervensystems bei Hirudo m. besitzen also eine Membran, wodurch sie sich von denen der Schlund- und Bauchganglien wesentlich unterscheiden.

Nun zur Form und Gestalt der sympathischen Zellen! Diese sind fast durchwegs rund oder oval, weniger häufig birnförmig. Da sie nicht, wie die Zellen der

---

Rückenwand an der präparirten Stelle übrig blieb. Diese wurde sodann mit einem feinen Pinsel von ihrem dichten Epithel befreit, und das Thier in möglichst ausgestreckter Lage auf einer Wachs- oder Holztafel, in welcher eine jener präparirten Stelle entsprechende Oeffnung zum Durchtritt des Lichtes angebracht wurde, gut befestigt. So lässt sich nun das sympathische Nervensystem mittelst einer Immersionslinse trefflich beobachten. Da das Thier einen sehr klaren Schleim in reichlicher Menge absondert, ist weiter kein Zusatz von Flüssigkeit nöthig.

Schlund- und Bauchganglien, zu mehreren in eine feste, straff gespannte Neurilemmscheide eingeschlossen sind, sondern frei und meist vereinzelt in der Magenwand zerstreut liegen, so sind sie keinem Drucke, wie jene, ausgesetzt, und zeigen daher stets eine abgerundete, regelmässige Form, so lange sie nicht mit andern Zellen unmittelbar zusammenhängen.

Die ovalen und runden Zellen haben alle mehr als einen Fortsatz, die birnförmigen, welche indess weniger häufig sind, stets nur einen. Oft sieht man dicht nebeneinander Zellen mit je einem, je zwei, drei oder vier Fortsätzen, welche an verschiedenen Punkten der Zellen entspringen und ziemlich scharf sich vom Protoplasma absetzen. Zuweilen geht auch ein Fortsatz in den einer andern Zelle über. Bei den birnförmigen Zellen findet eine Verjüngung des Protoplasma beim Uebergang in den Fortsatz statt. Mitunter sieht man auch zwei oder drei Zellen unmittelbar, d. h. ihr Protoplasma, vereinigt, so dass nur eine Zelle vorhanden zu sein scheint. Da aber jede Zelle ihren Kern beibehält, so lässt sich leicht erkennen, dass es sich hier um eine Verschmelzung des Protoplasmas handelt, zumal auch jede solche Zelle an der noch freien Seite ihre ursprüngliche Form zeigt. Andere Formen in Beziehung zum Fortsatz finden sich im IV. Abschnitt behandelt. (Fig. 21—27).

Was die Grösse der sympathischen Ganglienzellen anbelangt, so beträgt ihr Durchmesser, welcher bei der ziemlich regelmässigen Gestalt dieser Zellen genauer zu bestimmen ist, im Mittel 0,021 Mm., im Maximum 0,056 und im Minimum 0,013 Mm.

Die Fortsätze sind von derselben Beschaffenheit, wie das Protoplasma, und zeigen gleichfalls jene oben erwähnten hellen, blasenförmigen Räume. Ihr Breitendurchmesser beträgt 0,005—0,008 Mm. Doch kommen an einigen Zellen auch Ausläufer von nur 0,003 Mm. vor.

Ausser diesen im Vorigen beschriebenen Formen von Ganglienzellen habe ich bei Hirudo medicin. keine weitere Art beobachtet.

Multipolare Zellen, wie sie Walter[1]) abbildet, konnte ich bei H. m. nie zu Gesicht bekommen und bezweifle auch ihr Vorhandensein.

Ich nehme bei Hir. m. also nur zwei Arten von centralen Ganglienzellen an: eine unipolare Form in den Schlund- und Bauchganglien, neben denen noch eine bestimmte Anzahl äusserst charakteristischer multipolarer Zellen von stets gleicher

---

[1]) Walter, mikroskop. Studien.

Lage und Gestalt vorkommt, und eine zweite Form mit einem, zwei oder mehr Fortsätzen und einer Membran als das centrale Element des sympathischen Nervensystems.

Eine weitere Struktur in der Zelle, in Bezug auf das Verhalten von Kern, Kernkörperchen und Fortsatz zueinander (Harless, Lieberkühn, Wagener, Frommann, Owsjannikow, Stilling u. A.) beobachtete ich an der lebenden Zelle niemals, so sehr ich mich auch bemühte, eine derartige vom Kern oder Kernkörperchen ausgehende Röhre oder Fibrille zu sehen, von der ich hätte überzeugt sein können, dass sie kein Kunstprodukt ist.

Ebensowenig, wie Fasergebilde an Kern und Kernkörperchen, konnte ich an der lebenden Ganglienzelle von Hir. med. einen fibrillären Bau der Zellsubstanz erkennen.

Gesetzt auch, die fibrilläre Struktur des Protoplasmas, oder vom Kern und Kernkörperchen abgehende Fasergebilde entzögen sich durch ihr optisches Verhalten im Leben der Zelle unserer Wahrnehmung, so müssten doch, wenn die Chromsäure durch Aenderung des Brechungsvermögens der Fibrillen oder Fasern, diese sichtbar machte, alle mit Chromsäure behandelten Zellen solche, und zwar übereinstimmende Bilder geben. Diess ist jedoch nicht der Fall. Nur hin und wieder kann man unter Zellen, die der Chromsäure ausgesetzt waren, solche mit annähernd fibrillären Gebilden erkennen, und was die Uebereinstimmung der Bilder betrifft, so bietet jede solche Zelle andere Verhältnisse dar, die keineswegs derart sind, dass sie nicht als Kunstprodukte angesehen werden müssten.

So sehr mich nun auch die äusserst wichtigen Fragen nach einer fibrillären Struktur des Protoplasmas oder nach Beziehungen zwischen Kern, Kernkörperchen (durch Röhren oder Fasern vermittelt) anregten, — Fragen, welche beide, auf dem Gebiete der Wirbelthiere insbesondere, namhafte Vertheidiger finden, — ebensosehr bedauere ich, aus meinen Untersuchungen keine zutreffenden Resultate mittheilen zu können.

III.
Die Nervenfaser.

1.
Historischer Ueberblick.

Aus den früheren Untersuchungen über die Nervenfaser ragen insbesondere die Arbeiten eines Mannes hervor, durch den wir schon oben der herrschenden Ansicht über die Struktur der Ganglienzelle eine neue wichtige Beobachtung entgegengestellt sahen, dessen Scharfblick aber noch weit mehr in der Lehre vom Bau der Nervenfaser fühlbar ist. Dieser Mann ist Remak. Eine bedeutende Entdeckung verdanken wir ihm, nemlich die der marklosen Fasern[1]) im sympathischen Nervensystem der Wirbelthiere, und ferner nicht minder wichtige Beobachtungen über den Purkinje'schen Achsencylinder und die Nervenfaser der Wirbellosen.

Während wir nemlich bei allen früheren Autoren angegeben finden, dass sowohl jener wie diese aus einer homogenen oder fein granulirten Masse, der der Ganglienzellenfortsätze ähnlich, bestehe, und diess namentlich für die Nervenfaser der wirbellosen Thiere durch die Arbeiten von Valentin[2]) und Helmholtz[3]) ziemlich sicher hingestellt schien, entdeckte Remak[4]) beim Flusskrebse in dessen breiten Nervenfasern ein centrales Bündel feinster Fibrillen, nachdem er schon früher bezüglich des Achsencylinders gefunden hatte,[5]) derselbe erscheine wie aus feinen Fasern zusammengesetzt, was Hannover[6]) zum Theil bestätigte.

---

[1]) Remak, Observat. anatom. et microsc. de system. nerv. structura. 1838.
[2]) Valentin, Verhandl. d. Leopold.-Carol. Acad. XVIII. 1. Abth. 1836.
[3]) Helmholtz, de fabr. syst. nerv. evert. 1842.
[4]) Remak, üb. d. Inh. d. Nervenprimitivröhr. (Müller's Archiv f. Anat. u. Phys. 1843.)
[5]) Remak, Weitere mikrosk. Beobacht. üb. d. Primitivfas. etc. (Froriep's neue Notiz. III. Bd. 1837. pag. 39. A.***)
[6]) Hannover, Rech. micr. s. l. syst. nerv. 1844.

Diese Entdeckung Remak's von einem der doppelt-contourirten Nervenfaser ähnlichen nervösen Elemente mit einem dem Achsencylinder vergleichbaren centralen Faserbündel bei einer Gruppe wirbelloser Thiere, wodurch auch für diese die fibrilläre Struktur gewisser Nervenfasern wahrscheinlich gemacht war, stand jedoch lange Zeit vereinzelt da, denn weder Will[1]) noch Bruch,[2]) von denen die nächsten Arbeiten über das Nervensystem Wirbelloser (Hirudo) herrühren, bieten uns Beobachtungen eines fibrillären Baues der Nervenfaser, (von den ähnlichen, marklosen Fasern des Riechnerven der Fische erwähnt Stannius[3]) eine feine Längsfaserung): so dass diese Verhältnisse noch wenig aufgeklärt waren.

Da brachte Leydig[4]) eine neue Ansicht. Wiewohl er im Allgemeinen sich zur Annahme eines durchweg fibrillären Baues der Nervenfaser des wirbellosen Thieres hinneigte, ging er doch nicht so weit, diess für alle Fälle gelten zu lassen, sondern unterschied unter den Nervenfasern der Wirbellosen zwischen solchen mit homogener Hülle und homogenem Inhalt und den complizirteren bei Arthropoden und Krebsen sich findenden Nervenfasern, dem Analogon der doppelt contourirten Faser des Wirbelthieres; die Zwischenstufen werden nach Leydig von den Nerven gebildet, bei denen der Inhalt fibrillär, die einzelne Faser jedoch meist nur wenig differenzirt erscheine, wesshalb Leydig auch nur von einer »fibrillären Nervensubstanz« spricht; mitunter zeige diese eine schärfere Differenzirung in Fibrillen (Spinnen),[5]) gewöhnlich sei jedoch die Nervenfaser des wirbellosen Thieres nur wenig selbständig.

Ausser Leydig war es auch schon Will und Bruch bekannt gewesen, dass die Nervenfaser des wirbellosen Thieres sich sehr schwer isoliren lasse. Und wenn wir inzwischen die Controverse, welche sich bezüglich der Stellung der marklosen Faser des Wirbelthieres angebahnt hatte, durch R. Wagner[6]) dahin entschieden sehen, dass dieselbe das Aequivalent des Achsencylinders sei, so schien es auch gerechtfertigt, in Anbetracht der Aehnlichkeit zwischen den marklosen Remak'schen Fasern und denen der Wirbellosen, die letzteren einem Achsencylinder gleichwerthig zu halten.

---

[1]) Will, Vorläuf. Mittheil. etc. (Müller's Arch. f. Anat. u. Phys. 1844.)
[2]) Bruch, üb. d. Nervensyst. d. Blutegels. (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. 1849.)
[3]) Stannius, das peripher. Nervensyst. d. Fische. 1849.
[4]) Leydig, z. Anat. v. Coccus hesp. (Zeitschr. f. wiss. Zool. V. 1853.)
[5]) Leydig, Lehrbuch der Histologie. 1857. pag. 59.
[6]) Wagner, Göttinger Nachricht. 1850. Nr. 59.

Diese Deutung wurde jedoch von Faivre, welcher die Nerven des Blutegels einer genauen Untersuchung unterzog, entschieden zurückgewiesen; denn die Struktur der Nervenfaser von Hirudo med. habe mit der des Achsencylinders der Wirbelthiere nichts gemeinsam. Auch in anderer Beziehung weichen die Resultate der Forschungen Faivre's von denen seiner Vorgänger, namentlich Leydig's ab. Bei Faivre finden wir keine Anhaltspunkte, welche auf eine fibrilläre Struktur der Nervenfaser schliessen lassen; hingegen weist er auf Verhältnisse hin, welche denen, später an der Ganglienzelle, von Buchholz und E. Fleischl beschriebenen (siehe oben) ähnlich sind. Faivre sah nemlich öfters in der Nervenfaser des Blutegels, besonders auf Anwendung von Säuren (z. B. Salzsäure) Blasen entstehen, (wie er auch solche an den Zellen des Sympathicus beim Blutegel unter normalen Verhältnissen beobachtete), welche sich von der übrigen Substanz der Nervenfaser durch ihr fettiges Ansehen unterschieden, und kommt im Verlaufe seiner Betrachtungen zu dem Schlusse, dass die Nervenfasern zwei Substanzen enthalte, eine stickstoffhaltige und eine andere fettige und markähnliche, welch' letztere man unter gewissen Umständen im Inneren der ersteren, und vielleicht auf deren Kosten, sich bilden sehe.[1]) Wie an der Ganglienzelle, so sieht Faivre auch an der Nervenfaser eine Membran.

Diese wichtige Beobachtung Faivre's über die Substanz der Nervenfaser scheint jedoch nicht ihrem vollen Werthe nach erkannt worden zu sein; sie wäre dann sicher von einigen der nun folgenden Forscher einer näheren Prüfung unterzogen worden. Jedoch ist das letztere nicht geschehen: um so mehr aber wuchs die Reihe der Beobachtungen über eine fibrilläre Struktur der Nervenfaser der Wirbelthiere sowohl wie der Wirbellosen, und bezeugen diess in letzterer Hinsicht die Namen eines Leydig, Häckel, Owsjannikow, Waldeyer und Walter, denen nur Buchholz und in neuester Zeit Solbrig gegenüberstehen. Auch auf dem Gebiete der Wirbelthiernervenfaser ist die Zahl der Kämpfer auf beiden Seiten ungleich.

Vorerst indess, ehe ich die Ansichten der oben genannten Forscher vorführe, muss ich auf die Untersuchungen Max Schultze's[2]) über die Retina, deren ich schon bei der Ganglienzelle Erwähnung that, zurückkommen. Wie Max Schultze dort die Frage bezüglich der Hülle der Ganglienzelle entschieden beantwortet hat,

---

[1]) E. Faivre, Annal. d. sc. nat. 4. Sér. Zool. V. 1856. pag. 372 u. 373.
[2]) Max Schultze, Observ. d. retinae struct. penit. 1859.

so that er diess auch hinsichtlich der Nervenfaser und theilte (l. c. pag. 22) die Wirbelthiernervenfasern in folgende 4 Ordnungen ein:

1) Nackte Achsencylinder.
2) Achsencylinder mit Schwann'scher Scheide (Olfactorius- und Sympathicusfasern.
3) Achsencylinder mit Markscheide (Fasern in der weissen Substanz der Centralorgane, in Opticus und Acusticus).
4) Achsencylinder mit Markscheide und Neurilemm (Schwann'scher Scheide).

Ich glaubte, Max Schultze's Eintheilung desshalb hier anführen zu müssen, weil sie mir nicht ohne Einfluss auf die späteren Ansichten über die Nervenfaser der Wirbellosen gewesen zu sein scheint; hiebei muss jedoch bemerkt werden, dass letztere von M. Schultze nicht in den Bereich seiner Untersuchung gezogen wurde; sondern sein Schema sich lediglich auf die Nervenfaser des Wirbelthieres beschränkt.

Welche Arten von Nervenfasern bei Wirbellosen vorkommen, war durch die Arbeiten der früheren Forscher nicht vollständig eruirt.

Ausser den blassen »marklosen« von geringer Selbständigkeit und den breiten von Remak beim Krebse aufgefundenen Fasern (mit centralem Fibrillenbündel) waren keine weiteren wesentlich verschiedenen Formen bekannt. Die breiten Remak'schen Fasern wurden später durch Leydig[1]) und Häckel,[2]) (durch erstgenannten Forscher auch für die Käfer) bestätigt. Die von den sogenannten cerebrospinalen Fasern der Wirbellosen wesentlich verschiedene Form der sympathischen wurde jedoch erst durch Faivre[3]) (bei Hirudo med. und Lumbricus) genauer beschrieben. Auch war es Faivre, welcher zuerst auf den Unterschied, der sich zwischen den Fasern der Commissuren und denen der peripherischen Nerven findet, und der bisher ziemlich unbeachtet geblieben war, aufmerksam machte.

So war also jetzt in dem Nervensystem der wirbellosen Thiere das Vorkommen von vier verschiedenen Formen von Nervenfasern bekannt geworden. Hören wir, wie die nun folgenden Anatomen sich über deren Bau aussprechen.

Schon im Vorhergehenden wurde erwähnt, wie sich die Mehrzahl der neueren Forscher bezüglich der Nervenfaser der Wirbellosen für die Annahme einer fibrillären Struktur entschieden haben. Die eingehendsten Untersuchungen haben

[1]) Leydig, Lehrbuch der Histol. 1857.
[2]) Häckel, üb. d. Geweb. d. Flusskrebs. (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1857.
[3]) Faivre, Annal. d. sc. nat. 4. Sér. T. IV. 1855. u. T. VI. 1856.

Leydig und Waldeyer ausgeführt, deren Ansichten jedoch nicht völlig übereinstimmen.

Nach Waldeyer[1]) mangelt den Evertebraten das Aequivalent einer Nervenfaser im Sinne der Wirbelthiere. Das letzte nervöse Formelement der Wirbellosen ist, nach seiner Darlegung, »die Achsenfibrille«, eine Faser von kaum messbarem Durchmesser und von körnigem Ansehen, aus der sich die Nerven zusammensetzen. Für die Anordnung dieser Achsenfibrillen zu Nervenstämmen stellt nun Waldeyer zwei Typen auf: entweder (Typ. 1) es vereinigen sich sämmtliche Achsenfibrillen aus einer Ganglienabtheilung zu einem grösseren Bündel, welches von einer kernhaltigen relativ sehr starken Scheide eingehüllt ist, — oder (Typ. 2) die Achsenfibrillen sind in Bündel von nahezu gleicher Dicke zu einem grösseren Stamme zusammengelagert, der von einem gemeinsamen Neurilemm umgeben wird. Die secundären Bündel durchlaufen ganze Körperregionen bei gleichbleibendem Durchmesser. Später findet eine zwei- bis dreimalige Theilung dieser secundären Bündel statt.

Zu dem ersten Typus nun stellt Waldeyer die Commissuren.

Auch die peripherischen Nerven von Lumbricus gehören nach Waldeyer hieher.

Die Nerven des zweiten Typus entsprechen nach Waldeyer denen des Sympathicus und Olfactorius der Wirbelthiere; von den Nerven der Wirbellosen führt er die von Hirudo und Astacus als Beispiele an. Den kolossalen Remak'schen Fasern (bei Astacus) kann Waldeyer keine besondere Bedeutung beilegen. Der Achsencylinder der Wirbelthiere ist nach ihm als eine Summe von Fibrillen aufzufassen, und die Fasern des zweiten Typus entsprechen der zweiten Ordnung in Max Schultze's (oben angeführtem) Schema »Achsencylinder mit Schwann'scher Scheide.«

Was nun Leydig's Ansichten betrifft, so habe ich ihrer zum Theil schon im Vorhergehenden erwähnt. In der neueren Zeit nun hat Leydig die hieher bezüglichen Verhältnisse noch einer eingehenderen Untersuchung unterzogen.[2])

Nach Leydig ist der eigentliche Grundstoff der Nervenfaser des wirbellosen Thieres die von ihm sogenannte »fibrilläre Punktsubstanz.« »Zwischen ihr und den Nervenfasern besteht der Unterschied, dass bei den Nervenfasern Längszüge der

---

[1]) Waldeyer, Untersuchungen über den Ursprung und den Verlauf des Achsencylinders bei Wirbellosen und Wirbelthieren etc. (Zeitschr. f. ration. Medizin. 3. Reihe. XX. 1863. pag. 205—209.)

[2]) Leydig, über das Nervensystem der Anneliden. (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1862) und: Vom Bau des thierischen Körpers. I. Bd. Tübing. 1864.

fibrillären Punktsubstanz zu neuen Einheiten sich zusammenthun, wobei die Abgrenzung gegeneinander, ähnlich wie am Protoplasma der Ganglienkugel nur durch festere Rindenbildung erfolgt, oder durch Auftreten von Nervenscheiden, die aber der Nervenmaterie fremde Theile und Bindesubstanz sind.«[1]) Der Unterschied, welcher unter den Nervenfasern der Wirbellosen herrscht, besteht nach Leydig nun darin, dass bei den einen nur Punktsubstanz vorherrscht, welche keine deutlichen Primitivfasern erkennen lässt, sondern nur in Längszüge, der Andeutung von Primitivfasern, geordnet ist, bei anderen höheren Wirbellosen hingegen diese fibrilläre Punktsubstanz zu Nervenfasern von bestimmten Umrissen differenzirt ist. Ein derartiger Unterschied besteht nach Leydig zwischen den Commissuren und peripherischen Nerven der Hirudineen und lässt sich[2]) gut an Thieren, welche in einer Lösung von Kali bichr. gelegen haben, zur Anschauung bringen. In den Seitennerven erscheinen dann, wie Leydig weiter darlegt, deutliche Primitivfasern, während an den Commissuren nur eine »streifig-pulverige Masse« in der Neurilemmröhre zu sehen ist, welche auf dem Querschnitt auch als feinfaserige und körnige Substanz hervorquillt. Auf diesen Unterschied hat Leydig schon früher[3]) aufmerksam gemacht und daselbst bemerkt, es lasse sich vermuthen, dass in der Achse der Commissuren reine Punktsubstanz vorherrsche, in der Peripherie aber die Bildung zu streifigen Zügen vorgeschritten sei. Auch zwischen den Nerven der Hirudineen und Lumbricinen bestehe dieser Unterschied:[4]) während bei jenen die Primitivfasern eine ziemliche Selbständigkeit erlangt haben, sei der Inhalt der Nerven der Lumbricinen nur aus einer Mischung feiner Fäserchen und einer Punktsubstanz gebildet, welche allerdings wieder zum Theil fibrillär geordnet sein könne.

Leydig unterscheidet nun zwischen den cerebrospinalen und sympathischen Nerven. Jene theilt er für die Arthropoden wieder in drei Arten. Die sympathischen Fasern sind hüllenlos und zeigen einen hellen, wenig granulären Inhalt.[5]) Von den cerebrospinalen Fasern sind nach Leydig folgende drei Arten zu unterscheiden: Die selteneren schon von Remak beschriebenen breiten »röhrigen« Elemente, welche Leydig bei vielen Insekten noch aufgefunden hat, und die grauen bloss granulären, vom Habitus der sympathischen Fasern der Wirbelthiere; von diesen

[1]) Vom Bau des thier. Körp. pag. 225.
[2]) Vom Bau d. thier. Körp. pag. 158.
[3]) Arch. f. Anat. u. Phys. 1862. pag. 119.
[4]) V. Bau d. thier. Körp. pag. 154.
[5]) V. Bau d. thier. Körp. pag. 224.

granulären Fasern müssen, als dritte Art, diejenigen getrennt werden, welche nicht den scharf ausgeprägten individuellen Charakter haben (gegenüber den mehr selbständigen und breiteren Fasern).[1])

Bei Hirudo unterscheidet Leydig nur zwischen cerebrospinalen und sympathischen Fasern; jene haben ein distinktes Neurilemm, diese sind ohne Hülle; die cerebro-spinalen Fasern sind ferner mehr homogen, nicht eigentlich längsgestrichelt, wie die sympathischen.[2])

Nach diesen eingehenden Untersuchungen Leydig's und Waldeyer's sind noch die von Owsjannikow[3]) und Walter[4]) zu nennen, welche beide an der Nervenfaser des wirbellosen Thieres eine fibrilläre Struktur beschreiben; doch muss bemerkt werden, dass sie nur in den seltensten Fällen an den frischen Nerven eine solche beobachteten, meist konnten sie ein Zerfallen des Nerven oder der Nervenfaser in Fibrillen nur nach Anwendung von Reagentien zur Anschauung bringen. Walter identificirt diese feinen Fibrillen mit nackten Achsenfasern.

Wie oben schon bemerkt, hat betreffs der wirbellosen Thiere nur Buchholz[5]) diese Ansicht von einer fibrillären Struktur der Nervenfaser zurückgewiesen, und in der neuesten Zeit hat sich auch Solbrig dagegen ausgesprochen. Solbrig hat zwar an den Nervenfasern von Gasteropoden ein »fibrilläres Ansehen« beobachtet, jedoch stets nur nach Anwendung von Reagentien; besonders erwähnt er unter diesen Ueberosmiumsäure und eine längere Zeit einwirkende Chromsäure.[6])

Für die Nervenfaser der Wirbelthiere wurde die Lehre von dem fibrillären Bau derselben hauptsächlich von Max Schultze ausgebildet. Nach M. Schultze besteht der Achsencylinder aus feinen Fibrillen, dem wichtigsten nervösen Formelemente, denen er den Namen der »Nervenprimitivfibrille« zu geben vorschlägt,[7]) welche in den Centralorganen isolirt vorkömmt, in ihrer Vereinigung aber die Achsencylinder (Primitivfibrillenbündel) bilden; hier sind sie durch eine »interfibrilläre Substanz unter einander vereinigt.«

Durch diesen auf dem Gebiete der gesammten Thierwelt gefundenen Bau der

---

[1]) Vom Bau d. thier. Körp. pag. 224.

[2]) Leydig, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1862. pag. 122. und: V. Bau d. thier. Körp. p. 154.

[3]) Owsjannikow, Annal. d. sc. nat. 4. Série. Zool. XV. 1861. pag. 135. 136.

[4]) Walter, Mikrosk. Studien üb. d. Centralnervensyst. etc. 1863.

[5]) R. Buchholz, Bemerk. üb. d. hist. Bau d. Centralnervensyst. der Süsswassermollusken. (Arch. f. Anat. u. Phys. 1863. pag. 251. 264 ff.)

[6]) A. Solbrig, Ueb. d. f. Struct. d. Nervenelem. b. d. Gasteropod. 1872. pag. 40. 41.

[7]) M. Schultze, Observationes de struct. cellularum fibrarumqne nerv. 1868. pag. 8. Vergl. Stricker, Handb. d. Lehre v. d. Geweb. 1871. I. pag. 109—116.

Nervenfaser, welcher bei Wirbelthieren wie Wirbellosen in der Primitivfibrille begründet ist, glaubt Schultze die Uebereinstimmung der Nerven dieser beiden Thierreihen für nahezu vollendet, so dass es scheint, als könne der feinere Bau der Nerven aller Thiere auf eine gemeinsame Grundlage zurückgeführt werden.[1])

Gewiss wäre für die anatomische Wissenschaft nichts erfreulicher, als was hier Schultze am Schlusse seines Programmes aussprach; indess, erwägt man die Einwendungen der nicht für eine fibrilläre Struktur gesinnten Forscher, und ferner, wie denn selbst zwischen Leydig, Waldeyer und Schultze, auf deren Schultern die Lehre vom fibrillären Bau der Nervenfaser ruht, durchaus nicht eine völlige Harmonie der Ansichten herrscht, so möchte jener Ausspruch Schultze's beinahe verfrüht erscheinen. Beschränken wir uns hier nur auf die Nervenfaser — da deren Zusammenhang mit der Nervenzelle im nächsten Abschnitte erst betrachtet werden soll, — und vergleichen wir, wie Leydig's, Waldeyer's und Schultze's Erklärungen der Struktur der Nervenfaser übereinstimmen, so ergibt sich Folgendes.

Waldeyer und M. Schultze stimmen darin überein, dass sie eine feine Faser, die Primitivfibrille (Achsenfibrille) als letztes Formelement der Nervenfaser annehmen; ihre Vereinigung bildet die Fibrillenbündel. Zwischen diesen Fibrillen ist nun nach M. Schultze eine feinkörnige Substanz, Waldeyer dagegen erklärt diese (welche von Leydig zuletzt beschrieben wurde) als Kunstprodukt, und befindet sich nach ihm zwischen den Fibrillen keine interfibrilläre Masse. Der Achsencylinder der Wirbelthiere wie die Nervenfaser der Wirbellosen ist also nach beiden Forschern ein Fibrillenbündel, an dem nach M. Schultze eine interfibrilläre Substanz, nicht jedoch nach Waldeyer, vorhanden ist. Leydig nun entfernt sich in seinen Ansichten dadurch etwas von der Schultze's und Waldeyer's, dass er nicht eigentliche Fibrillen, sondern eine »fibrilläre Punktsubstanz« als Grundstoff der Nervenfasern annimmt, welche mehr oder weniger scharf zu Fibrillen differenzirt ist, zwischen denen eine »Punktsubstanz« sich befindet, die aber ebenfalls zum Theil wieder fibrillär geordnet sein kann. Ferner muss besonders betont werden, dass Leydig die peripherische Nervenfaser, welche dem Bereiche des Gehirns und der Ganglienkette angehört, nicht als fibrillär beschreibt. So sagt er von den Nervenfasern der Hirudineen: »sie sind von mehr homogenem Aussehen, nicht eigentlich längsgestrichelt«, — und die der Arthropoden (mit Ausnahme der

[1]) Observat. de struct. cell. etc. pag. 8. 9.

Remak'schen breiten Fasern) nennt er die »grauen, blass granulären vom Habitus der sympathischen Fasern der Wirbelthiere«; weiter (v. Bau d. th. K. pag. 92) bemerkt Leydig, »dass er an dem Achsencylinder markhaltiger Fasern nie ein eigentliches Zerfallen in solche Längselemente wahrgenommen habe«; nachdem er kurz vorher sich folgendermassen ausgesprochen hat: »bei Wirbellosen entstehen die dem Achsencylinder entsprechenden Fasern in den Nervencentren aus der Vereinigung feinster Fäserchen, wobei allerdings die Vereinigung nach der Peripherie hin so innig werden kann, dass die daraus hervorgegangene Einheit, die marklose Nervenprimitivfaser ein anscheinend rein homogenes Aussehen hat«, und es als wahrscheinlich hingestellt hat, »dass auch der Achsencylinder der Wirbelthiere, der obschon ebenfalls von meist homogener Beschaffenheit, doch auch nicht selten ein fein längsstreifiges Aussehen habe, aus feinsten Fäserchen zusammengesetzt sein könnte. Nur die Remak'schen breiten Fasern, welche Leydig auch bei einigen Insekten nachwies, bezeichnet er als faserig-röhrig, dessgleichen bemerkt er von den sympathischen Fasern der Egel, sie zeigen eine längsgranuläre Strichelung.« Im Uebrigen (vergl. auch Leydig's Histol. pag. 59) finde ich bei Leydig die Substanz der Nervenfaser der Wirbellosen meist als feinkörnig oder granulär bezeichnet.

Diesem und auch dem oben Angeführten glaube ich entnehmen zu dürfen, dass die cerebrospinale Nervenfaser der Evertebraten auf Leydig nicht den Eindruck gemacht haben kann, als sei sie aus Fibrillen zusammengesetzt, sonst würde er nicht von einem »granulären« oder »homogenen« Aussehen sprechen. Mit M. Schultze stimmt Leydig nur darin überein, dass auch M. Schultze eine interfibrilläre Substanz annimmt, welche jedoch nicht immer den gleichen Anblick gewährt, so dass Schultze auch bemerkt, man sehe, dass die verästelten Zellenfortsätze körniger seien, als der Achsencylinderfortsatz.[1])

2.

Bei einer morphologischen Betrachtung der Nervenfaser eines wirbellosen Thieres ist zu betonen, wie weit der Begriff dieses Ausdruckes ausgedehnt werden darf.

Nach den im Vorigen entwickelten Ansichten der verschiedenen Schriftsteller

---

[1]) M. Schultze, observat. de struct. cellul. etc. 1868. pag. 5: »Processus harum cellularum omnes structuram exhibent fibrillarem. Qui autem ramificati sunt una cum fibrillis substantiam continent granulosam interfibrillarem et magis granulati videntur quam processus quem dicunt Achsencylinderfortsatz.«

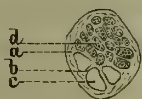
haben wir zwei Formelemente zu berücksichtigen, die »Nervenfaser« und die »Nervenfibrille«. Jene lässt nach den Einen entweder keine weitere Struktur erkennen oder sie besteht nach Anderen aus »Fibrillen«. Es kann aber auch, wie Waldeyer zeigte, keine »Nervenfaser« vorhanden sein, in welchem Falle dann der Nerv nur aus Fibrillen besteht, was, um nicht Missverständnisse herbeizuführen, morphologisch strenge zu unterscheiden ist. Aber nicht nur das Streben nach Klarheit gebietet, sich möglichst an den bezeichnenden Ausdruck zu halten; auch die scheinbar auffallende Verschiedenheit des Baues der Nerven, welche unter den Wirbellosen herrscht, weist darauf hin. Wenn wir durch Leydig vernehmen, dass die Nervenfaser bei manchen Wirbellosen nur schwach differenzirt ist, in Folge dessen Leydig nur von »fibrillärer Punktsubstanz« spricht, so muss um so mehr darauf Bedacht genommen werden, in den Fällen, wo faserige Elemente differenzirt sind, die »Fibrille« von der »Nervenfaser« zu unterscheiden, soll nicht Unklarheit in der morphologischen Behandlung des Gegenstandes herbeigeführt werden.

Bei dem Blutegel nun finde ich in den peripherischen Nerven, die dem System der Ganglienkette angehören, scharf differenzirte »Nervenfasern«. Im frischen Zustande sind sie äusserst blass, und, wie sich durch das durchsichtige Neurilemm wahrnehmen lässt, durch einen sehr schmalen, hellen Zwischenraum von einander getrennt. An dem Rande des Nerven sieht man im Neurilemm spindelzellige Elemente, hin und wieder breitere Streifen elastischer Fasergebilde. Verfolgt man den Nerven in seinen peripheren Verzweigungen, so gelangt man bald an Aestchen, die nur 3—4 Nervenfasern enthalten; einzelne Nervenfasern treten auch schon von den dickeren Stämmen ab. Diese einzelnen Nervenfasern sind von einer dünnen Neurilemmschichte umgeben; ihr Durchmesser beträgt $^2/_{1000}$—$^3/_{1000}$ Mm. Die Consistenz der Nervenfaser ist weich, dabei aber ziemlich elastisch, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man vorsichtig einen steigenden Druck auf einen Nervenstamm, der einerseits noch mit dem Ganglion zusammenhängt, andererseits bis in die peripheren Verzweigungen isolirt ist, ausübt; man sieht dann die Substanz der Nervenfasern gleichsam wie in Canälen im Inneren des Nerven dahingleiten: lässt der Druck nach, so zieht sie sich wieder nahezu auf ihre ursprüngliche Form zusammen. Wirkt der Druck nahe an einem Schnittende des Nerven, so tritt hier die Nervenfasermasse heraus und häuft sich in unförmigen Ballen an. Eine Isolirung einer Nervenfaser aus einem Nervenstamm ist im frischen Zustande desselben nicht möglich.

Diess deutet darauf hin, dass die Form der peripherischen Nervenfaser des Blutegels von dem sie umschliessenden Rohre bedingt ist, und es fragt sich nun,

ob für jede Faser eine selbständige Röhre vorhanden ist, oder ob etwa nur das Lumen des Nervenstammes in longitudinale Fächer abgetheilt ist, von denen jedes die Substanz einer Nervenfaser enthält.

Um diess zu entscheiden, betrachten wir einen Querschnitt und einen Längsschnitt eines Nerven.



Figur B.

Der Querschnitt zeigt, dass das Neurilemm sich in das Innere des Nerven fortsetzt, und unter sich zusammenhängende Scheidewände bildet (nebenstehende Figur a, b), wodurch das Lumen desselben in mehrere kleinere und grössere Fächer abgetheilt ist. Der grösseren Fächer (c) sind nur sehr wenige, an der dorsalen Peripherie des Nerven liegend, vorhanden. Für ihren Durchmesser fand ich als Maximum $^{4}/_{1000}$ Mm. Die übrigen kleineren Abtheilungen (d) zeigen für den Durchmesser das Minimum von $^{2}/_{1000}$ Mm. Bei Weitem die Mehrzahl der Fächer misst im Mittel $^{3}/_{1000}$ Mm.

Der Längsschnitt bestätigt uns ebenfalls, dass das Innere des Nervenstammes durch Neurilemmwände in Fächer abgetheilt ist. Diese Zwischenwände waren Veranlassung, an der Nervenfaser der Wirbellosen eine besondere Hülle (Scheide) anzunehmen; indessen hat man es hier nicht mit, den einzelnen Fasern angehörigen Scheiden zu thun, sondern nur mit Scheidewänden zwischen den Nervenfasern in der Art, wie ich es in dem Schema Taf. V. Fig. 13 darzustellen versucht habe; (a seien die durch den Längsschnitt getroffenen Scheidewände, b sei die Nervenfaser).

An den Stellen, wo Aeste abzweigen, geht meistens eine Gruppe von Fächern in den Seitenast über. Sehr oft findet Theilung einer Nervenfaser statt. (Fig. 9 u. 12.)

Was nun den Inhalt dieser Fächer — die Nervenfasern — betrifft, so habe ich schon im Vorigen bemerkt, dass die Substanz derselben im frischen Zustande hell, weich und etwas elastisch ist, und dass man sie an dem Schnittende eines Nerven leicht herausdrücken kann. Geschieht diess sehr vorsichtig, so behalten die Nervenfasern unmittelbar am Schnittrande noch ihre Form bei und haben hier ein fibrilläres Ansehen. Doch lassen sich die Contouren der einzelnen Fibrillen, welche ungemein blass sind, nur schwer unterscheiden. Deutlicher wird das Bild, wenn der Schnitt nahe an der Ursprungsstelle des Nerven aus dem Ganglion sich befindet. Da nun in Anbetracht der Substanz der Nervenfaser eine Isolirung aus ihrem Neurilemmfache nicht möglich ist, und an der von Neurilemm bedeckten Faser die Bindegewebszüge desselben die Beobachtung sehr beeinträchtigen, so lässt sich nur aus dünnen Durchschnitten entnehmen, ob die einzelne Faser aus Fibrillen besteht, welche, wenn vorhanden, eben so sicher auch am gehärteten Objekte zur Beobacht-

ung kommen müssen, wie die feinen Fibrillen in der oben beschriebenen Zwischensubstanz zwischen den Ganglienzellen.

Ehe ich indessen darauf eingehe, halte ich es für nöthig den Bau der Commissuren, so weit sie ausserhalb der Ganglien liegen, zu erörtern. Wie die peripherischen Nerven, so sind auch die Commissuren, nur weit regelmässiger durch Neurilemmwände in longitudinale Fächer abgetheilt. An einem Querschnitt, der jedoch nicht zu nahe an einem Ganglion geführt sein darf, sieht man, wie die Abtheilungen um die Längsachse jeder Commissur radiär angeordnet sind. (Taf. VII. Fig. 15.) Im peripherischen Nerven lässt sich, wie wir sahen, kein Plan in der Anordnung der Fächer erkennen; in den Commissuren jedoch ist durchwegs diese radiäre Stellung der Fächer zu beobachten, die sich auch, wie ich bei Betrachtung der Ganglien zeigen werde, an den innerhalb der Ganglien befindlichen Theilen der Commissuren vorfindet. Die Fächer sind meistens nur von geringer Tiefe, doch setzen sich einige von der Peripherie bis in das Centrum der Commissur fort. Ihre Breite an der Peripherie beträgt $^{5}/_{1000}$—$^{6}/_{1000}$ Mm.

In der Regel vereinigen sich, wie ein Querschnitt zeigt, die von der Peripherie der Commissuren kommenden Neurilemmscheidewände, nachdem sie mehrere Fächer gebildet haben, im Centrum des Verbindungsstranges. In seltenen Fällen jedoch fand ich auch an Querschnitten, dass die Fächer, d. h. die sie bildenden Neurilemmwände nicht ganz bis in das Centrum vordringen, wo sich dann ein durch die peripher stehenden Fächer begrenzter centraler Raum befindet.

Längsschnitte zeigen ebenso wie Querschnitte die Abtheilungen, welche bei ihrem regelmässigen parallelen Verlaufe und ihrer ziemlich constanten Breite (die das Doppelte des mittleren Durchmessers der peripheren Nervenfaser beträgt) an allen Commissuren stets das gleiche charakteristische Ansehen darbieten.

Bezüglich des Inhaltes der Abtheilungen beobachtete ich an dem frischen Verbindungsstrange dasselbe Verhalten auf Druck, wie ich diess im Vorigen für die peripherischen Nervenstämme angegeben habe. Nur lässt sich hier wegen der grösseren Quantität des Inhaltes und wegen des parallelen Verlaufes der Abtheilungen die Bewegung viel leichter verfolgen. Beobachtet man nun unter dem Mikroskope das frische Schnittende einer rasch aus dem lebenden Thiere isolirten Commissur, und übt einen schwachen Druck auf das Deckglas aus, so wird man sofort am Schnittende die helle Substanz hervortreten sehen. Nicht sofort zerrinnt sie oder ballt sich unförmig zusammen, sondern, wie am peripherischen Nervenstamm, so behält sie auch hier unmittelbar am Schnittrande noch ihre Form bei, und hat deut-

lich das Aussehen, wie wenn sie aus feinen Fibrillen bestände. Die Substanz derselben ist ungemein hell.

Schärfer und deutlicher grenzen sich die Contouren der einzelnen Fibrillen auf Längsschnitten ab. An solchen Schnitten (das ganze Thier war in Alkohol gehärtet) beobachtete ich, dass in der That der Inhalt der longitudinalen Fächer aus äusserst blassen Fibrillen besteht, zwischen denen ich weiter keine »interfibrilläre Substanz« mehr wahrnehmen konnte. Die durch den Alkohol hervorgerufene Contraction ist, wenn der ganze Egel gehärtet wird, für die Breite der Commissuren unbedeutend, und an den Fibrillen konnte ich nur insoferne einen Unterschied zwischen dem frischen und gehärteten Objekte wahrnehmen, als an jenem in Folge der ungemein grossen Anzahl dicht aneinander liegender Fibrillen die Contour der einzelnen nicht so scharf abgegrenzt gesehen werden kann, wie diess an dünnen Schnitten möglich ist, wo die einzelne Fibrille zur Beobachtung kommt. Ihre Breite beträgt $^{6}/_{10000}$—$^{8}/_{10000}$ Mm. In Folge der Verkürzung, welche der aus dem lebenden Thiere isolirte Verbindungsstrang vermöge seiner dem Neurilemm angehörigen elastischen Elemente unterworfen ist, sind die Längslinien, welche an den frischen Verbindungssträngen theils der Oberfläche, theils tiefer liegenden Partien angehörig gesehen werden, nicht gerade, sondern wellenförmig; indess lässt sich hierüber bei der Masse der in dem Längsstrang eingeschlossenen Formelemente nur an Durchschnitten Näheres aussagen. Da sieht man nun an Längsschnitten, dass die wellenförmigen Contouren hauptsächlich den Scheidewänden angehören. Die Fibrillen sind zwar ebenfalls wellenförmig, jedoch nur in sehr geringem Grade.

Abweichend hievon ist das Bild, welches man erhält, wenn der durch die Commissur geführte Längsschnitt die oben erwähnte, selten vorkommende Stelle getroffen hat, an der sich eine centrale Abtheilung befindet. Hier sind keine Fibrillen wahrnehmbar, sondern nur eine fein granulirte Masse, welche mit dem Protoplasma der Ganglienzellen völlig übereinstimmt. Diese centrale Abtheilung ist nach den beiden Enden der Commissur hin spindelförmig zugespitzt und birgt in sich eine Ganglienzelle, deren grosser kugliger Kern, selbst an dem unversehrten Längsstrang deutlich gesehen werden kann. (S. Fig. 40, e.)

Faivre, der zuerst von dem Vorhandensein eines einem Ganglienzellenkern ähnlichen Gebildes innerhalb der Commissur Kenntniss hatte, ist nicht der Ansicht, dass hier eine Ganglienzelle sich befindet. Diess geht jedoch aus einem Längsschnitt, der diese centrale Erweiterung getroffen hat, in untrüglicher Weise hervor. Nicht so leicht lässt sich der weitere Verlauf ihrer beiden Enden verfolgen, und habe ich

hierüber nur die Vermuthung, es möchte diese Zelle etwa den von Bruch in dem peripherischen Nerven des Blutegels gefundenen oder den durch Wagner und Bidder bekannten bipolaren Zellen der Fische ähnlich sein.

Die beiden Ausläufer dieser Zelle zeigen meistens in höherem Grade wellenförmige, zuweilen gebrochene Contouren, so dass es scheint, als habe man eine Spiralfaser vor sich; eine genauere Untersuchung jedoch zeigt, dass diese gebrochenen Contouren nur in Folge der Contraction entstanden sind. Auffallend jedoch ist, dass sie nur da zur Beobachtung kommen, wo der eben erwähnte Ganglienkörper sich befindet.

Der Querschnitt einer Commissur zeigt in den Fächern zahlreiche dunkel erscheinende Körperchen. Ihr Durchmesser entspricht dem der Fibrillen, und sehe ich sie demnach als die Querschnitte dieser an. Hat der Schnitt die im Centrum liegende Ganglienzelle getroffen, so ist hier nur eine fein granulirte Masse wahrzunehmen, von der sich der Inhalt der übrigen Fächer durch die grösseren Körperchen unterscheidet. Doch ist es nicht geradezu häufig, dass man einen Querschnitt erhält, welcher gerade jene Zelle getroffen hat.

Kehren wir nun wieder zum peripherischen Nerven zurück, so finden wir denselben Bau. Der Unterschied besteht nur darin, dass die longitudinalen Fächer kleiner und nicht so regelmässig gruppirt sind, als die der Commissuren. Im Uebrigen lassen sich an Längsschnitten ebenso deutlich die Fibrillen wahrnehmen und besonders an den Enden der Nervenfasern sieht man nicht selten, dass die Fibrillen auseinanderstehen. Es kommen aber auch Nervenfasern zur Beobachtung, an denen keine fibrilläre Struktur zu erkennen ist. In jedem Nervenstamm sehe ich an der Seite nahe seinem Austritt aus dem Ganglion eine solche Faser, welche sich in ihrem peripheren Verlaufe mehr und mehr zuspitzt; ihr Ende konnte ich indess nicht auffinden. Dagegen gelang es mir einige Male, ihren Anfang — oder besser ihr centrales Ende — in der seitlich an jedem Ganglion befindlichen Ganglienzelle zu sehen.

An dem Querschnitt eines Nervenstammes sieht man ebenso wie an dem einer Commissur in den Fächern die Querschnitte der Fibrillen als kleine ($^{6}/_{10000}$ — $^{8}/_{10000}$ Mm. messende) Körperchen. (Holzschn. B. pag. 51; S. die kleineren, mit d bezeichneten Abtheilungen.)

Verfolgt man nun Commissuren wie Nerven auf ihrem centralen Verlaufe, so treten die eben beschriebenen Verhältnisse um so klarer hervor. Mit dem Eintritt in das Ganglion verliert sich im Nervenstamm der Charakter »der Nervenfasern«, da die Scheidewände, welche die Fibrillen zu solchen vereinigen, erst an der Aus-

trittsstelle des Nerven aus dem Ganglion beginnen. Im Ganglion haben wir nur noch die einzelnen »Fibrillen« vor uns, keine »Nervenfasern«. Die grösseren, das Centralorgan durchsetzenden Bündel von Fibrillen spalten sich erst am Austritt in den Nerven in solche, welche wir mit »Nervenfasern« bezeichnen. Anders ist es bei den Commissuren, deren radiär um die Längsachse stehenden Fächer beim Eintritt in das Ganglion durch stärkere Neurilemmwände in grössere Gruppen getheilt werden (Taf, VII. Fig. 16), die aber theilweise als solche das Ganglion durchziehen.

Dünne Schnitte zeigen deutlich, wie diejenigen Fibrillen, welche in die Nerven übergehen, erst am Austritt aus dem Ganglion in Gruppen (»Nervenfasern«, »Fibrillenbündel«) eingetheilt werden. Bis dahin haben wir es im Centralorgan nur mit der »Fibrille« zu thun, und es ist hier die einzige Möglichkeit, sie isolirt zu beobachten, gegeben; nicht nur an Durchschnitten, sondern auch am frischen Ganglion. Sind aber die Fibrillen in die Nerven übergegangen, so können sie nur an Durchschnitten deutlich gesehen werden, da das darüberliegende Neurilemm eine sichere Beobachtung nicht gestattet. Hiedurch ist auch die Untersuchung des peripheren Endes der Nervenfaser erschwert, da man die an der einzeln abzweigenden Faser wahrnehmbare Längsstreifung zum Theil jedenfalls dem Neurilemm zuschreiben muss. Es gelingt nun aber nicht selten, dass ein durch den ganzen Egel geführter Querschnitt die Abzweigungsstelle einer einzelnen Nervenfaser getroffen hat; da zeigt sich nun, dass von dem Hauptstamme die Fibrillen in die abzweigende Nervenfaser einbiegen. Häufig liegen an einer solchen Stelle Ganglienkörper [1]) mit granulirtem Protoplasma. Was das periphere Ende der einzelnen Faser betrifft, so sehe ich an einem möglichst weit mit der Lupe in die Peripherie verfolgten und isolirten Nerven, dass an den letzten Nervenfasern am Schnittende einzelne Fibrillen in ungleicher Länge abgerissen hervorstehen: es tritt also peripher wieder eine Auflösung der, von ihrem Abgange aus dem Centrum an zu Bündeln (»Nervenfasern«) vereinigt gewesenen Fibrillen ein.

Aus dem nun Angeführten ist zu ersehen, dass ich betreffs des Baues der Nervenfaser mit Waldeyer darin übereinstimme, dass das letzte Formelement der Nerven wirbelloser Thiere — insbesondere hier des Blutegels — eine feine Fibrille ist. Der Durchmesser derselben beträgt $^{6}/_{10000}$—$^{8}/_{10000}$ Mm. Diese Fibrille finde ich auch bei anderen wirbellosen Thieren als letzten Formbestandtheil, und erwähne ich

[1]) Betreffs der an den Theilungsstellen der Nervenäste vorkommenden Bruch'schen Ganglienzellen vergl. Fig. 9.

hier als deutlichstes Beispiel den Stamm des Nervus opticus von Araneen und Insekten. Dünne Schnitte zeigen in genügender Klarheit, dass er nur ein Bündel von feinen Fibrillen ist.

Bei dem Blutegel nun ist aber auch eine »Nervenfaser« differenzirt und zwar dadurch, dass das Innere des peripherischen Nerven durch Neurilemmscheidewände in longitudinale Fächer eingetheilt ist, von denen jedes ein Bündel der feinen Fibrillen enthält; jedes solche für sich abgegrenzte Bündel ist eine Nervenfaser.

Denselben Bau zeigen auch die Verbindungstränge zwischen den Ganglien, nur weit deutlicher und regelmässiger. Die Abtheilungen sind bei ihnen radiär um die Längsachse jeder Commissur gestellt. Ihr Inhalt besteht ebenfalls aus Fibrillen, und wir haben also auch hier Fibrillenbündel vor uns, denen, analog der peripherischen Nervenfaser, gleichfalls die Bezeichnung »Nervenfaser« zu geben wäre. In wie weit ich diese Bezeichnung für richtig halte, werde ich weiter unten auseinandersetzen.

Ich wende mich nun zu der dem sympathischen Nervensystem angehörigen Faser. Da macht sich sofort ein bedeutender Unterschied bemerklich; die sympathische Nervenfaser ist kein Fibrillenbündel; wenigstens gelang es mir nie, in ihrem Inneren ein einer Fibrille entsprechendes Gebilde zu sehen.

Die Nervenfasern des sympathischen Systems, welche als einzelne Fasern in der Darmwand des Egels theils direkt von Ganglienzellen entspringen, theils von, grösseren Stämmen abzweigen, sind blasse Fasern von etwa $^{4}/_{1000}$ Mm. Durchmesser welche sehr häufig, besonders wenn sie von einer Ganglienzelle aus direkt peripherisch verlaufen, ohne sich vorher zu grösseren Stämmen zu vereinigen, in ihrem Inneren blasige Räume zeigen. Die Substanz dieser einzelnen Fasern ist zumeist fein granulirt, in der Nähe der Ganglienzelle jedoch treten in ihr grössere Moleküle, wie im Protoplasma der Zellen auf. (S. Fig. 21.)

Die den Nervenstämmen angehörigen Fasern haben im frischen Zustande eine grobgranuläre, wie geronnen erscheinende Substanz. Der ganze Nervenstamm hat ein dunkeles Ansehen und unterscheidet sich dadurch, wie durch seine zackigen, unregelmässig welligten Contouren von dem mehr glatt und hell aussehenden Gangliennerven. An Schnitträndern gelang es mir nie, eine fibrilläre Struktur zu beobachten, und auch an den isolirt laufenden Fasern habe ich nie die feine Längsstreifung der Ganglienervenfaser gesehen; auch ist ein fibrillärer Bau der sympathischen Nervenfaser mit der Art ihres Zusammenhanges mit dem Ganglienkörper nicht wohl vereinbar.

IV.

A. Von dem inneren Bau der Ganglienkette des medicin. Blutegels.

1.
Historischer Ueberblick.

Was von dem Inhalte eines Ganglions dessen durchsichtige Hülle unsicher begrenzt dem Beobachter erkennen lässt: Die Scheidewände, welche das Neurilemm in das Innere des Centralorgans entsendet, die dadurch von einander abgesonderten Gruppen von birnförmigen Ganglienzellen, welche dicht aneinander gedrängt ihre »Stiele« gegen das Centrum des Ganglions richten, und die anscheinend den Kern desselben bildenden dunklen Massen von Faserzügen, — diess finden wir schon im Beginne der Zeitperiode der mikroskopischen Forschung beschrieben. Valentin hat die Neurilemmscheidewände soweit sie sich an der Oberfläche des Ganglions abgrenzen, und die dadurch gebildeten »Lappen« ziemlich richtig dargestellt, betreffs des Inhaltes der »Lappen« aber sich zu einigen Irrthümern verleiten lassen (so z. B. zur Annahme, dass die beiden grossen in der Mitte des Ganglions sichtbaren Nervenzellen durch eine Querbrücke unter einander verbunden seien); überdiess ist ihm die Orientirung über die wahre Lage der Ganglien, wahrscheinlich in Folge ihres regelmässigen Baues verloren gegangen, denn er beschreibt als obere, was untere Fläche ist, und das Vorderende als Hinterende des Ganglions.

Die Contouren der Neurilemm-Scheidewände bilden an der unteren Fläche der Ganglien (mit Ausschluss der beiden Endganglien) eine etwa einem unregelmässigen Fünfeck gleichende Figur, welche mit einem Winkel nach vorne, mit einer Seite nach rückwärts gerichtet ist, und das Vorder- und Hinterende des Ganglions kennzeichnet. Die obere Fläche lässt die Faserzüge deutlicher wahrnehmen als die untere, und zwar in der Weise, dass von dem Centrum gegen die Com-

missuren, wie gegen die Seitennerven Faserbündel ziehen, zwischen denen und der Peripherie des Ganglions Nervenzellen liegen, welche hauptsächlich an den Stellen zwischen Commissuren und Seitennerven sich als »Wülste« abgrenzen. So hat auch die obere Fläche ihr charakteristisches Merkmal.

Valentin nun hat irrthümlicher Weise jenes Polygon als der oberen Fläche angehörig beschrieben, und auch die »Spitze« sieht nach seiner Darstellung nach hinten. Ohne jedoch auf die hierüber entstandene Controverse näher einzugehen, sei nur bemerkt, dass Will und Bruch zuerst und nach ihnen Faivre jene Verhältnisse richtig darstellte; und in der Neuzeit ist diess durch G. Walter und Leydig geschehen.

Walter hat auch die beiden Endganglien in den Bereich seiner Untersuchungen gezogen und beschreibt am unteren Schlundganglion nicht nur sechs seitliche Abtheilungen, durch Scheidewände hervorgebracht, sondern auch an der vorderen Peripherie, (welche an der Wand des Oesophagus anliegt), beiderseits der Medianlinie noch zwei Fächer; am oberen Schlundganglion zeigt nach Walter's Darstellung jede Hälfte sowohl an der vorderen wie hinteren Peripherie 4 Abtheilungen. Das »Saugnapfganglion« ist nach Walter's Beschreibung jederseits in acht Fächer eingetheilt. Leydig nennt die Abtheilungen, die Fächer, in denen die Gruppen der Nervenzellen liegen, Follikel, und macht insbesondere auf den auch bei Anneliden sich findenden follikulären Habitus des Bauchmarks aufmerksam. Walter's vordere vier Fächer des Ganglion infraoesophageum finden in den Untersuchungen Leydig's keine Bestätigung. Leydig beschreibt nur an der unteren Fläche jederseits sechs, an der oberen jederseits vier Fächer.

Wenn nun auch, wie gezeigt, bekannt ist, dass das Innere der »Kapseln« (wie Leydig die Ganglien bezeichnet) durch, vom Neurilemm ausgehende Scheidewände in Fächer abgetheilt ist, so sind doch über das Verhalten dieser Septa im Inneren der Ganglien nur wenige Aufschlüsse erzielt; Bruch indess ist es nicht entgangen, dass die Scheidewände nicht bloss die Ganglienzellen in Gruppen absondern, und betont er vorzugsweise, »dass die Scheidewände auch die Nervenfasern und Nervenstränge nach den Austrittsstellen hin begleiten.«[1]) Walter ist jedoch davon nicht überzeugt, sondern hält die Neurilemmfortsätze nur für mehr oder weniger tief eindringende Faltungen desselben.[2]) Leydig sagt von den »fachartigen

---

[1]) Bruch, Zeitschr. f. wiss. Zool. I. 1849. pag. 166.
[2]) Walter, mikrosk. Studien etc. pag. 8.

und beutelförmigen Abgrenzungen, welche das Neurilemm zur Aufnahme der Ganglienkugeln erzeugt, dass sie am Gehirne der Hirudineen eine stark verengte Basis, einen längeren Stiel haben; die einzelne Kapsel kann auch wohl durch mehrere solche Stiele oder Wurzeln der Kopfschlinge aufsitzen.«[1])

Was nun ferner den Inhalt dieser Fächer, die Nervenzellen betrifft, so führt uns ihre Betrachtung zu der des Centrums der Ganglien, in dem, nach der Darlegung von Seite der Forscher in diesem Gebiete der Uebergang der Zelle in die Nervenfaser vor sich geht. Indess kommt hiezu noch die Frage, welche Anordnung und Gruppirung den einzelnen Elementartheilen im Ganglion zu Theil wird, und welches die Wege sind, die die Faserzüge nehmen.

Wir müssen uns also bei einer Zusammenstellung der über das Innere der Ganglien bis jetzt angestellten Untersuchungen die Resultate derselben in einen allgemeinen und speziellen Theil einreihen, von denen jener die Frage, wie bei Wirbellosen der Nervenkörper in die Nervenfaser übergehe, ohne Rücksicht auf deren Lageverhältnisse behandelt, dieser hingegen die Topographie derselben in sich begreift; und finden, indem wir die verschiedenen bereits mehrfach erwähnten Untersuchungen durchgehen, über jene allgemeinere Frage Folgendes: Die Ansichten der Autoren gehen nach zwei entgegengesetzten Richtungen auseinander: in der einen herrscht vorzugsweise die Meinung vor, dass der Fortsatz der Nervenzelle unmittelbar in die Nervenfaser übergehe, — die Vertreter der anderen lassen nur einen mittelbaren Zusammenhang der beiden Gewebselemente gelten. Die erstgenannte Art des unmittelbaren Ueberganges, wobei der Fortsatz der Nervenzelle der Evertebraten in seinem weiteren Verlaufe zur Nervenfaser wird, wurde zuerst durch Helmholtz[2]) beschrieben, dann durch Hannover[3]), Will[4]), Bruch[5]), Faivre[6]), Owsjannikow[7]), Buchholz[8]), Walter[9]) und neuerdings Solbrig[10]) aufrecht

[1]) Leydig, v. Bau d. thier. Körp. pag. 156.
[2]) Helmholtz, de fabr. system. etc. 1842.
[3]) Hannover, Recherch. microsc. 1844.
[4]) Will, Müller's Arch 1844. (»Vorläuf. Mitth.«)
[5]) Bruch, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1849. (»üb. d. Nervensyst d. Blutegels«.)
[6]) Faivre, Annal. d. sc. nat. V. 1856. (»Etud. s. l'hist. comp. de syst. nerv. etc.«)
[7]) Owsjannikow, Annal. d. sc. nat. XV. 1861. (»Recherch. s. l. struct. int. d. syst. nerv. d. crust. etc.«)
[8]) Buchholz, Arch. f. Anat. u. Phys. 1863.
[9]) Walter, mikrosk. Studien etc.
[10]) Solbrig, üb. d. fein. Strukt. d. Nervenelem. b. d. Gasterop. etc.

erhalten. Auch Wedl's Untersuchungen »über das Nervensystem der Nematoden«[1]) bringen zutreffende Beobachtungen eines direkten Ueberganges. Owsjannikow, der wie schon oben erwähnt, ausser den grossen Nervenzellen noch kleinere mit mehreren Ausläufern beschreibt, lässt auch von diesen Zellen Fortsätze direkt in Nervenfasern übergehen. Buchholz betont insbesondere den direkten Uebergang des Fortsatzes in eine Nervenfaser. Walter und Solbrig nehmen aber neben dem unmittelbaren Uebergang auch noch einen mittelbaren an: nach Walter gehen die Fortsätze der unipolaren Zellen in multipolare und von diesen in die Seitennerven über; Solbrig lässt die Zellfortsätze in einer körnig-faserigen Masse auf's Feinste verzweigen, aus der dann erst die wahren Primitivfasern heraustreten. Was den direkten Zusammenhang betrifft, so gehen, wie Solbrig annimmt, nicht nur die »Protoplasmafortsätze«, sondern auch die vom Kernkörperchen ausgehenden Fortsätze direkt in Nervenfasern über.

Ehe ich zu den neueren Ansichten über die Art und Weise des mittelbaren Zusammenhanges von Nervenfaser und Ganglienzelle übergehe, muss noch der älteren Anschauung Valentin's erwähnt werden. Valentin nahm an, dass der Anfang der Nervenfasern in den Centralorganen der Wirbellosen und der Wirbelthiere in einer schlingenartigen Plexusbildung bestehe; die Ganglienkugeln werden von den Primitivfasern nur umsponnen, ohne mit ihnen zusammenzuhängen. Einen Uebergang eines der »schwanzförmigen Anhänge« der Belegungskugeln in eine Primitivfaser konnte Valentin nie wahrnehmen.[2])

Von den neueren Erklärungen nun, welche diesen complizirten Verhältnissen zu Theil wurden, stehen zwei, von Leydig und Waldeyer gegeben, oben an.

Leydig hat schon früher[3]) bezüglich der Nervencentren der Spinnen erwähnt, dass der Kern des Gehirns von einer feinen Punktmasse gebildet werde, um die herum die Ganglienzellen liegen. Später hat er dieses Verhalten für die Ganglien der Hirudineen beschrieben[4]) und bald darauf für die Centralorgane der Anneliden und Arthropoden eingehender erörtert.[5]) Zwischen den Primitivfasern der peripherischen Nerven und den Ganglienzellen nimmt Leydig eine »feine Punktsubstanz«

---

[1]) Wien. Akad.-Ber. 1855. XVII.

[2]) Valentin, üb. d. letzt. End. etc. (Verhandl. d. kais. leop. carol. Akad. XVIII. I. 1836. pag. 181. 182. 212. 213. 218.

[3]) Leydig, z. fein. Bau d. Arthrop. (Arch. f. Anat. u. Phys. 1855.)

[4]) Leydig, üb. d. Nervensyst. d. Annelid. (Arch. f. Anat. u. Phys. 1862.)

[5]) Leydig, Vom Bau des thier. Körpers.

an, von »netz- oder geflechtartig gestricktem Charakter«, »gegen welche sich die Stiele der Ganglienkugeln richten, um ihre fibrilläre Materie dort beizumengen und aus diesen centralen Herden von Punktmasse geht erst die einfach streifige Substanz der peripherischen Nerven hervor.«[1]) Früher schon sprach sich Leydig dahin aus, dass die breiten Stiele grosser Ganglienkugeln bei ihrem Eintreten in die centrale Punktmasse in eine Menge von Fäserchen zerfallen, die viel feiner als die Primitivfasern der peripherischen Nerven sind.« »Die letzteren entstehen erst jenseits der molekulären Masse, und sind wahrscheinlich als neue Einheiten der verschmolzenen Fäserchen zu betrachten.«[2]) (Vgl. Leydig's Abhdl. im Arch. f. mikr. A. I. p. 48.)

Einen unmittelbaren Uebergang einer Nervenzelle in eine Nervenfaser finde ich bei Leydig nur für die seitlichen »bipolaren« Zellen der Bauchganglien und für die Nervenkörper des sympathischen Systems angenommen.

Zu ähnlichen Resultaten wie Leydig gelangte Waldeyer. Waldeyer hat gleichfalls, wie seine Vorgänger das schwierig zu untersuchende Centrum der Ganglien kennen gelernt, dessen complizirten Bau Leydig nicht näher entwirrt, sondern durch die Bezeichnung der »centralen Punktmasse« als bis jetzt unauflöslich hingestellt hat. Auch Waldeyer ist der Ansicht, dass sich die Fortsätze der Ganglienzellen in feine Reiser auflösen, welche in diese »Punktmasse« eindringen. Letztere aber besteht nach Waldeyer aus kleinen bi- und multipolaren Ganglienzellen, deren Fortsätze einerseits die Achsenfibrillen sind, aus denen die peripherischen Nervenfasern sich zusammensetzen, andererseits aber mit den feinen Reisern, in die sich die Fortsätze der grossen Zellen spalten, zusammenhängen; von diesen feinen Theilästen eines Zellfortsatzes gehen auch einige, wie Waldeyer als möglich hinstellt, direkt in Achsenfibrillen über. Niemals konnte Waldeyer den Fortsatz einer grossen Nervenzelle direkt in einen zur Peripherie abgehenden Nerven verfolgen.[3])

Diesen beiden Ansichten Leydig's und Waldeyer's nähern sich mehr oder weniger die von anderen Forschern: so die von Walter[4]), welcher einen indirekten Uebergang in der Weise annimmt, dass zwischen Nervenfaser und Zelle eine multipolare Ganglienzelle eingeschaltet ist, (wie schon oben erwähnt wurde), — nebenbei

---

[1]) Leydig, Vom Bau etc. pag. 226.
[2]) Arch. f. Anat. u. Phys. 1862. pag. 117.
[3]) Waldeyer, Zeitschr. f. rat. Med. XX. 1863. pag. 218—222.
[4]) Walter, mikrosk. Stud. etc.

aber auch an eiuem direkten Zusammenhang festhält; ferner die Owsjannikow's[1]), welcher ausser den grossen Zellen auch kleine multipolare beschreibt, deren Ausläufer zum Theil zu Primitivfasern werden; Solbrig[2]) endlich beschreibt eine körnig-faserige Zwischenmasse, in die die Zellfortsätze übergehen, und aus der Nervenfasern hervorgehen.

Auf dem Gebiete des Centralnervensystems der Wirbelthiere war inzwischen die Lehre vom unmittelbaren Ursprunge des Achsencylinders aus der Ganglienzelle insbesondere durch die Untersuchungen des genialen Deiters mehr und mehr befestigt worden, als ihr zuerst durch Leydig[3]) und später in ähnlicher Weise durch Max Schultze eine neue Ansicht entgegengestellt wurde, deren Tragweite bis jetzt noch nicht abzusehen ist, und welche ich, wiewohl sich unser Gebiet nur auf das Centralnervensystem wirbelloser Thiere beschränkt, bei dieser allgemeinen Betrachtung nicht unerwähnt lassen zu dürfen glaube. Der Achsencylinderfortsatz der centralen Ganglienzelle wird zwar iu seinem weiteren Verlaufe zur Nervenfaser, hat aber, wie Max Schultze in seinen »Observationes de structura cellularum fibrarumque nervearum« auseinandersetzt, nicht in der Nervenzelle, aus der er hervortritt, seinen Ursprung, sonderu wird erst in der Zelle aus Primitivfibrillen zusammengesetzt, welche dieser durch andere Fortsätze, die ebenfalls aus Primitivfibrillen bestehen, zugeführt werden. Die Primitivfibrillen können also aus den verschiedensten Theilen des Centralorgans kommen, um sich zum Achsencylinder zu vereinigen.

»Ubi tandem origo et initium centrale fibrillarum tenuissimarum quaerendum est?« fragt M. Schultze im Weiteren, und vermuthet, es möchten vielleicht die unzähligen kleinen Zellen des Gross- und Kleinhirns hieher zu beziehen sein. Das glaubt Schultze jedenfalls als wahrscheinlich hingestellt zu haben, dass die Nervenfasern nicht in den grösseren Ganglienzellen des Gehirns und Rückenmarks entspringen.[4])

Was den von M. Schultze vermutheten Ursprung der Primitivfibrillen aus den »innumerabiles minutae cellulae« betrifft, so ist zu erwähnen, dass schon Gerlach in der Kleinhirurinde »Körner« gefunden hat, von deuen, wie Gerlach darlegt, nicht nur feine Fäserchen zu Achsencylindern treten, sondern welche auch mit den feinen Ausläufern der multipolaren Nervenzellenfortsätze in Verbindung sind. Der

---

[1]) Owsjannikow, Annal. d. sc. nat. 1861. XV. pag. 133.
[2]) Solbrig, üb. d. fein. Strukt. d. Nerv. b. d. Gasterop. pag. 47.
[3]) Leydig, V. Bau d. thier. Körp. pag. 91. — Vergl. A. f. mikr. Anat. I. pag. 50.
[4]) Max Schultze, Observationes etc. Bonn. 1868. pag. 8.

Zusammenhang zwischen Nervenfaser und Ganglienzelle ist nach Gerlach's näherer Erörterung derart, dass sich die Nervenröhren in den Hirnwindungen theilen und entweder unmittelbar oder mittelbar durch die eben erwähnten Körner in die feinen Ausläufer der Fortsätze multipolarer Nervenzellen übergehen.[1])

So stehen die Ansichten, die Resultate der Untersuchungen bedeutender Forscher neben einander, ohne dass eine baldige Lösung der Frage zu erwarten wäre. Max Schultze's Theorie für das centrale Ende der Nervenfaser der Wirbelthiere hat von anderer Seite noch keine Bestätigung erfahren und seine neuere Abhandlung bringt uns nur die weitere Hypothese, dass möglicherweise »ein wirkliches Ende von Fibrillen in Gehirn und Rückenmark nicht existire, das heisst, dass alle Fibrillen an der Peripherie entspringen, die Ganglienzellen also nur durchsetzen.«[2])

Auch bezüglich der Wirbellosen lässt sich bis jetzt keine Einigung der Ansichten bewerkstelligen, da nach der einen, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, nur die Verzweigungen des Zellfortsatzes direkt in Nervenfasern übergehen, nach einer andern der ganze Fortsatz zur Primitivfaser werden soll, nach einer dritten aber zwischen Ganglienzelle und Nervenfaser eine feine Uebergangsmasse eingeschaltet ist.

Auf Leydig's Ansicht werde ich noch im Besonderen zurückkommen.

Verlassen wir nun diesen allgemeinen Standpunkt, von dem aus wir die Frage im Vorigen betrachtet haben und wenden uns dem speziellen Gebiete zu, um zu verfolgen, wie weit das Innere der Ganglien von Hirudo medicinalis, die Topographie der Gewebselemente erforscht ist.

Die Struktur des Neurilemms wurde näher zuerst von Leydig untersucht. Ausser kleinen »beiderends sich verjüngenden Streifen und Spältchen«, welche einen Kern oder Fettpünktchen enthalten, fand Leydig auch Muskeln im Neurilemm; unter ihnen erwähnt er vorzugsweise die in der Medianlinie am unteren Schlundganglion entdeckten.

Ueber die Lage der »unipolaren« Nervenzellen in den Abtheilungen war, wie oben schon erwähnt, den früheren Forschern schon bekannt, dass sie ihre Fortsätze dem Centrum des Ganglions zuwenden. Auch fand schon Will[3]), dass sie unter sich durch ein Zwischengewebe geschieden sind; später wurde dieses »feinmaschige« Gewebe von Leydig[4]) bestätigt, und neuerdings von Claparède für die Ganglien

[1]) Gerlach, mikroskop. Studien a. d. Geb. d. menschl. Morph. 1858. pag. 6. 7. 15. 16. 18.
[2]) Stricker's Handbuch der Lehre von d. Geweb. 1871. pag. 134.
[3]) Will, Müll. Arch. 1844. pag. 85.
[4]) Leydig, Arch. f. Anat. u. Phys. 1862. pag. 115. und: Vom Bau d. thier. Körp. p. 157.

des Regenwurms erwähnt. Claparède, der es auch in dem Centrum der Ganglien gesehen hat, hält es der Virchow'schen Neuroglia gleichwerthig.[1]) (Faivre scheint es gleichfalls schon gekannt zu haben.)

Bezüglich des weiteren Verlaufs der Zellenfortsätze und der Faserbündel war Bruch der Erste, welcher im Sinne der Helmholtz'schen Lehre vom direkten Uebergang des Zellfortsatzes in die Nervenfaser ein Schema für den Faserverlauf in den Ganglien des Blutegels entwarf, derart, dass die Fortsätze der in vier Abtheilungen liegenden Zellen sich im weiteren Verlaufe kreuzen; die Fortsätze der Zellen der einen Seite bilden so die Nerven der anderen. Ein Theil geht aber auch nach Bruch in die Commissuren über. Diese geben, indem sie, ohne sich unter einander zu verbinden, durch das Ganglion ziehen, an jeden Seitennerven Aeste ab, wofür sie von Ganglienzellen neue Zuzüge erhalten.[2])

Von hohem Werthe sind die Untersuchungen Faivre's. Faivre ist der Erste, welcher den Bau der Commissuren in der Ganglienkette erforschte. Er gelangte hierüber zu folgendem Resultate: Die Verbindungsstränge zertheilen sich beim Austritte aus dem Ganglion in Aeste, um sich bald darauf zu einer fein granulirten Masse zu vereinigen; im Inneren derselben lassen sich Nervenröhren nur schwer unterscheiden; eine deutliche Scheide, wie sie Faivre an den peripherischen Nervenfasern fand, fehlt nach seinen Beobachtungen an denen der Commissuren. Faivre's Entdeckung des »Nerf intermédiaire« habe ich schon früher erwähnt; hier sei noch seine Auffindung eines sphärischen Körpers im Innern der Commissuren hervorgehoben, dessen Aehnlichkeit mit dem Kerne einer Gangliennervenzelle Faivre nicht entgangen ist. Trotzdem aber bestreitet Faivre, dass diess der Kern einer für sich abgegrenzten Nervenzelle sei.[3]) (Vgl. vorig. Abschn. 2.)

Betreffs des Faserverlaufes im Inneren der Ganglien bestätigt Faivre die Kreuzung und Anordnung, wie Bruch sie zuerst vorgeschlagen hat, erörtert aber diese Verhältnisse weit genauer als Bruch es gethan; überdiess erweist Faivre, dass an der unteren Peripherie des Ganglions Nervenzellen liegen, deren Fortsätze nach oben ziehen. Sie nehmen, wie Faivre sagt, die Richtung gegen die Commissuren und gehen wahrscheinlich in diese über. Faivre hat sie nicht bis dahin verfolgt. Ferner erwähnt Faivre auch eine Gruppe von absteigenden Fasern, und

---

[1]) E. Claparède, histol. Untersuch. üb. d. Regenwurm. (Zeitschr. f. wiss. Zool. XIX. 1869. pag. 595.)

[2]) Brüch, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1849. pag. 167—169.

[3]) Faivre, Annal. d. sc. nat. 4. Sér. Zool. VI. 1856. pag. 29.

solche, welche von einem Nerven in den andern derselben Seite umbiegen. Schliesslich kommt Faivre zu dem Schlusse, dass es in Folge der gleichmässigen Dicke der Commissuren nicht möglich sein kann, dass jedes Ganglion zum Gehirn eine Anzahl Fasern entsende; ein Ganglion steht, wie Faivre als wahrscheinlich hinstellt, nur mit den beiden ihm zunächst liegenden in Verbindung.[1]) Zu bedauern ist, dass Faivre über den Faserverlauf in den Ganglien keine genauere und eingehendere Abbildung als eine rein schematische beigegeben hat.

Auf ihren feineren Bau wurden die Ganglien des Blutegels ferner von Georg Walter[2]) untersucht. Walter hat, wie seine Vorgänger, beobachtet, dass die Elemente im Ganglion so vertheilt sind, dass dem dorsalen Theil die Faserzüge, dem ventralen mehr die Nervenzellen angehören; jenen nennt er »Leitungsmasse«, diesen »Ergänzungsmasse.« Walter's Darstellung der Fächer, in denen die Ganglienzellen liegen, habe ich oben schon berührt; seiner Erörterung der Verhältnisse zwischen Zelle und Faser und des Fasernverlaufs in den Ganglien entnehme ich Folgendes: Die Nerven entspringen aus dem Gehirn in der Art, dass jeder aus zwei Wurzeln entsteht, von denen ihm die eine von einer abgegrenzten Gruppe Ganglienzellen, die andere von den Längsfaserzügen zugeführt wird.

Die »Leitungsmasse« theilt Walter (für die Bauchganglien) in zwei Schichten; die obere Schichte zeigt Fasern und multipolare Zellen, deren Ausläufer in Nervenfasern übergehen; in der zweiten tieferen Schichte beschreibt Walter neben den zwei Faserbündeln, die denen von Bruch und Faivre gefundenen gleichkommen, und welche von jedem Verbindungsstrang in die Seitennerven entsendet werden, noch zwei Nervenstämmchen, welche von den Commissuren aus in das Ganglion eintreten. Das eine durchzieht neben dem »Gefässe« (als welches Walter den intermediären Nerven Faivre's betrachtet), das Ganglion, ohne mit dessen Inhalt in Verbindung zu treten; das andere theilt sich in ein kleineres und grösseres; das kleinere Bündel geht in die Leitungsmasse über; das grössere bildet in der tieferen Schichte der Leitungsmasse einen breiten Faserzug, der mit dem der anderen Seite mannigfache Anastomosen bildet, in denen grössere multipolare Zellen liegen; gegen die hintere Hälfte des Ganglions erzeugt er eine breite »Querbrücke«; in seinem Verlaufe sind viele multipolare Nervenzellen. Dieser breite Faserzug gibt, wie

[1]) Faivre, l. c. pag. 20—24.
[2]) G. Walter, mikroskop. Stud. üb. d. Centralnervensyst. wirbelloser Thiere. Bonn, 1863. pag. 1 14.

Walter im Weiteren darlegt, Wurzeln für die Seitennerven ab, die an der Eintrittsstelle durch bogenförmige Fasern verbunden sind, (wie schon Faivre angibt). Während die Verbindungsstränge mit je 4 Bündeln nach Walter's Untersuchungen eintreten, treten sie nur mit je 3 aus dem Ganglion, und zwar lässt Walter ein Bündel neu aus den hinteren Gruppen von Ganglienzellen entstehen, das zweite aus der hinteren Abtheilung der Leitungsmasse kommen, zusammengesetzt aus Fasern, die mit der »Querbrücke«, dem hinteren Seitennerven und neuen Elementen der grauen Substanz (»Ergänzungsmasse«) in Verbindung stehen; das dritte Bündel ist das ohne jede Verbindung durch das Ganglion ziehende Stämmchen. Die Commissuren unterscheiden sich, nach Walter, dadurch von den Seitennerven, dass ihre Primitivfasern von einer feinkörnigen Masse umgeben sind, welche in den Seitennerven fehlt.

Was nun schliesslich noch die Untersuchungen Leydig's betrifft, so konnten sie bezüglich der Topographie der fibrillären Elemente nur wenig zur Beleuchtung dieses noch dunklen Gebietes beitragen, was darin seinen Grund hat, dass nach Leydig die Ganglienzellenfortsätze sich in der »Punktsubstanz« auflösen, aus der sich dann erst die Primitivfasern herausbilden, und deren Entwirrung bei der eigenthümlichen Beschaffenheit dieser Masse, wie sie Leydig beschreibt, nicht möglich ist. Dagegen hat der genannte Forscher, wie schon oben hervorgehoben wurde, zuerst die gruppenweise Anordnung der Zellen einer näheren Betrachtung gewürdigt. Dass Leydig der Ansicht ist, es sei im Inneren der Commissuren Punktsubstanz, während an der Peripherie Fibrillen vorherrschen, habe ich schon früher erwähnt. Bezüglich des Inhaltes der oberen Gehirnportion verdanken wir Leydig's Untersuchungen die Entdeckung von eigenartigen Ganglienkugeln, welche in gewissen Abschnitten der Ganglienkette der Egel vorkommen; so bei Hirudo im Gehirn, oben und seitlich; (dessgleichen auch an jedem Bauchganglion).[1]) Am unteren Schlundganglion betont Leydig den nahe am Vorderrande desselben sich abgrenzenden starken Zug bogenförmiger Fasern, welche im Verein mit Faserzügen der oberen Hirnportion einen ununterbrochenen Ring um den Schlund bilden.[2])

Indem am Schlusse meines gedrängten geschichtlichen Ueberblickes noch darauf hingewiesen sei, wie der Umstand: dass hier bezüglich der Erweisung des inneren Baues der Ganglien und der Topographie der Elementartheile eine weit geringere

---

[1]) Leydig, Vom Bau d. thier. Körp. pag. 152.
[2]) Leydig, ibid pag. 158 u. Tafeln z. vergl. Anat. 1. Heft. Taf. II. Fig. 1, f.

Anzahl Autoren, als auf dem Gebiete der Erforschung der einzelnen Elemente, zu nennen sich die Gelegenheit bot, — zum Theil auf die Schwierigkeit der Untersuchung hindeutet, gehe ich daran, die Resultate, zu denen ich im Verlaufe meiner Untersuchungen über das Innere der Ganglien gekommen bin, vorzutragen.

2.

Einleitung.

Die auffallende Durchsichtigkeit des Neurilemms lässt vermuthen, es möchte schon an dem frischen und unversehrten Ganglion sein Inneres, die Topographie der nervösen Elemente mit genügender Klarheit zu ersehen sein. Diess ist aber keineswegs der Fall.

Allerdings lässt sich zwar deutlich erkennen, dass die Ganglienzellen an der Peripherie unmittelbar unter dem Neurilemm liegen, und dass das Centrum des Ganglions lediglich von Fasermassen gebildet wird, in die sich die Fortsätze der Nervenzellen einsenken; auch die Contouren dieser Centralfasermassen, bogenförmig von den Commissuren zu den Nerven ziehend, lassen sich, wenn gleich schon weniger deutlich, verfolgen: die Zerlegung des Centrums aber in die einzelnen Faserzüge ist geradezu unmöglich, wenn man erwägt, dass die gesammte Centralfasermasse, zum grössten Theil aus Fibrillen von etwa 0,0008 Mm. Durchmesser bestehend, eine Dicke von nahezu 0,2 Mm. besitzt, und bei dem äusserst hellen und zarten Ansehen der Fibrillen selbst, die einzelnen Bündel sich nur unsicher von einander abgrenzen lassen. Hiezu kommt, dass die zunächst unter dem Neurilemm liegenden Ganglienzellen den Einblick in hohem Grade behindern. Nur auf einer kleinen Strecke an der Dorsalseite, wo die seitlichen Zellenschichten gegen die Mittellinie zu allmählich dünner werden, so dass schliesslich die Fasermassen unmittelbar unter das Neurilemm zu liegen kommen, ist es einigermassen möglich, zwei oder drei der oberflächlich liegenden stärkeren Faserzüge in ihrem Verlaufe zu verfolgen, wie diess auch durch Will, Bruch und Walter geschehen ist.

Zur weiteren Analyse indess bleibt nur der eine Weg, aus Durchschnitten, nach den drei Richtungen des Raumes durch die Ganglien gelegt, deren Bau zu studiren, und die Bilder der, an den entsprechenden Stellen und senkrecht zu einander geführten Schnitte zu einem Ganzen zusammenzufügen, worauf sich meine nachfolgende Darlegung stützt.

Ich beginne mit den einfacher gebauten viernervigen Ganglien.

I. Vom Bau der viernervigen Ganglien (II.—XXII.)

In jedem Ganglion sind die zwei Hauptbestandtheile, Nervenzellen und Nervenfasern so orientirt, dass die Zellen [1]) — die im Vorigen erwähnte mediane Strecke auf der Dorsalseite ausgenommen — eine periphere Schichte von wechselnder Dicke unmittelbar unter dem Neurilemm bilden, die Fibrillen dagegen den centralen Raum im Ganglion erfüllen, wesshalb ich die Gesammtheit der letzteren bereits im Vorigen als »Centralfasermasse« bezeichnet habe. (Fig. 30, 31, D.)

Diese Centralfasermasse nun ist von einer besonderen Neurilemmhülle umgeben, und durch diese von der Ganglienzellenschichte, bis auf die Stellen, wo die Fortsätze der letzteren in sie eintreten, vollkommen abgeschlossen.

Das allgemein bekannte, die äussere Gestalt des Ganglions bedingende Neurilemm, unter dem unmittelbar die Zellen liegen, will ich zur Vermeidung von Missverständnissen bei der nachfolgenden Beschreibung die »äussere Kapsel«, die andere für die Centralfasermasse bestimmte Umhüllung die »innere Kapsel« nennen.

Beide Kapseln gehen an den Austrittsstellen der Nerven und Commissuren in deren Neurilemmscheiden über, wo sie mit einander in Verbindung treten. Auch an einigen anderen Stellen ist zwischen beiden Kapseln ein Zusammenhang vermittelt; und zum Theil schon hiedurch, insbesondere aber durch das Verhalten der inneren Kapsel zu den nervösen Elementen wird das Neurilemmgehäuse ziemlich complizirt, so dass es mir von Wichtigkeit erscheint, den Antheil, der dem Bindegewebe in dem Bau der Ganglien zukommt, vorerst gesondert zu besprechen.

a. Bindegewebe: Aeussere und innere Kapsel.

Die äussere Kapsel, von linsenförmiger Gestalt, bildet den stärksten Theil an dem ganzen Neurilemmgehäuse. Sie ist die schon Eingangs dieses Abschnittes erwähnte, 0,01 Mm. dicke äussere Hülle [2]) des Ganglions, welche bisher von allen

---

[1]) Fig. 30, 31, A, B, C; Fig. 32, A; Fig. 33 u. 34, A, B.

[2]) Bezüglich der histologischen Verhältnisse ist das Vorkommen von Fetttröpfchen, Spindelzellen, elastischen Fasern und Muskelzellen bereits durch frühere Untersuchungen Leydig's bekannt. Was die Muskelzellen betrifft, so fand ich sie nur in dem Commissuren-Neurilemm. Leydig empfiehlt noch einer näheren Untersuchung Muskelcylinder, von denen er der Meinung ist, dass sie durch die querovalen Lücken im Centrum des Ganglions nach oben treten, jedoch im Neurilemm bleiben. (Vgl. Vom Bau d. th. K. pag. 143 u. 165. und Taf. zur vgl. A. Taf. II. Fig. 1 u. 3, k).

Autoren als »Neurilemm« bezeichnet wurde. (»Inneres Neurilemm« nannten sie diejenigen Anatomen, welche das schwarz pigmentirte Blutgefäss (Siehe hierüber d. I. Abschn.) als »äusseres Neurilemm« anführten.

Auf die Commissuren und Nerven setzt sie sich ununterbrochen als deren »Neurilemm« fort.

Die centrale Wand dieser äusseren Kapsel sendet in das Innere des Ganglions membranöse Fortsätze, deren Abgangsstellen sich schon von aussen als doppelte Linien erkennen lassen.

Diese Membranen, welche als Scheidewände zwischen die an der Peripherie liegenden Ganglienzellen eintreten, und sie in bestimmte Gruppen ordnen, sind folgende:

a) An jedem Ganglion fällt bei der Ventralansicht eine, das hintere Dritttheil des Ganglions abschneidende Doppellinie auf, welche einem unpaaren, quer nach oben in das Innere des Ganglions ziehenden Septum entspricht.
b) Von der Eintrittsstelle der vorderen Commissur zieht jederseits ein Septum im schwachen Bogen zur Wurzel des vorderen Nerven und von da ebenfalls bogenförmig zur Wurzel des hinteren Nerven, wo es sich mit dem eben erwähnten, unpaaren Septum verbindet, um nach aussen in das Neurilemm des hinteren Nerven überzugehen. Auch diese Scheidewände verlaufen von der äusseren Kapsel nach oben gegen das Innere des Ganglions.

(Fig. 6 zeigt die bei Ventralansicht des Ganglions sichtbaren, obigen Scheidewänden entsprechenden Contouren, h, i u. k; Fig. 30 u. 31 stellen senkrecht durch ein Ganglion geführte Querschnitte, in denen f das paarige Septum bezeichnet, Fig. 32 einen parallel und etwas neben der Medianlinie senkrecht geführten Längsschnitt dar, in welchem i dem unpaaren Septum entspricht.[1]))

Aehnliche Septa, wie die beiden letzterwähnten wurden bisher auch der Dorsalwand der äusseren Kapsel beigelegt, aber irrthümlich, denn die als Septa beschriebenen Linien gehören der Hülle der Centralfasermasse an, wie sich aus Folgen-

---

Auf diese Anregung von Seite Leydigs hin, habe ich insbesondere den im Centrum zur Wahrnehmung kommenden centralen Raum einer genauen Untersuchung unterzogen, und verweise ich bezüglich desselben auf meine Erörterung der »inneren Kapsel« (pag. 73.). Die Muskeln konnte ich mir nicht zur Anschauung bringen.

[1]) Den Figuren 30, 32 u. 41 sind Schemata beigegeben (30a, 32a u. 41a), an denen absichtlich die dem Neurilemm angehörigen Theile hell und breiter gehalten sind. Auch die Figuren 31, 33, 34 u. 42 sind zum Theil im gleichen Sinne ausgeführt. Fig. 30 ist möglichst naturgetreu wiedergegeben.

dem ergeben wird. Es setzt sich zwar allerdings die Dorsalwand der äusseren Kapsel in der Medianlinie in das Innere des Ganglions fort, allein dieser Fortsatz ist von denen der Ventralwand wesentlich verschieden.

Die Centralfasermasse, welche bei äusserer Betrachtung jedes Ganglions sich nicht deutlich von der Ganglienzellenschichte abgrenzt, ist in eine Hülle eingeschlossen, welche ich als die »innere Kapsel« bezeichnet habe. Erst auf Durchschnitten kann sie anschaulich gemacht werden und sind hier insbesondere Querschnitte vorzuziehen, wo dann die Faserzüge des Bindegewebes sich von den unmittelbar anliegenden Querschnitten der nervösen Faserzüge deutlicher abheben.

Was die Form dieser inneren Kapsel betrifft, so ist sie vorzugsweise von der Gestaltung der Centralfasermasse bedingt, und demzufolge nicht linsenförmig, wie diess bei der äusseren Kapsel der Fall ist, sondern es entsendet der Körper der inneren Kapsel nach vorn, hinten und den beiden Seiten je zwei scheidenartige Fortsätze zur Umhüllung der den Commissuren und Nerven entsprechenden Stränge.

Im Folgenden sei versucht, eine genaue Erörterung der inneren Kapsel zu geben.

Zuvörderst sei hervorgehoben, dass ihre obere Wand mit der gleichnamigen der äusseren Kapsel auf einer median liegenden Strecke vereinigt ist. Diese letztere nimmt ein ungefähr 8förmiges Stück der Dorsalwand ein, deren breiteste Stellen der Mitte der vorderen und hinteren Hälfte des Ganglions angehören. Zwei Querschnitte[1]) werden dieses Verhalten der Dorsalwände beider Kapseln verdeutlichen.

Der eine, in Figur 30 dargestellt, ist senkrecht zur Längsachse und so durch das Ganglion geführt, dass er es in eine vordere und hintere Hälfte theilt. Der andere (Figur 31) durchschneidet parallel dem vorigen das Ganglion ungefähr in der Mitte der vorderen Hälfte.

Wie aus diesem zweiten Querschnitt ersichtlich ist, geht die obere Wand der äusseren Kapsel (Fig. 31, a) auf einer breiten, das mittlere Drittheil einnehmenden Strecke in die innere Kapsel über (b), wodurch die beiderseits zwischen beiden Kapseln liegenden Ganglienzellen (A) seitwärts zurückgedrängt sind. Der erste Querschnitt (Fig. 30) hingegen zeigt die Verbindung der Dorsalwände beider Kapseln

---

[1]) Zur Vermeidung von Missverständnissen bezüglich der Ebenen der im Folgenden zur Erläuterung dienenden Durchschnitte möchte genügen, zu erinnern, dass die Längsachse des Thieres und demnach auch der Ganglien als in der horizontalen befindlich angenommen ist. Die Ebene des Längsschnittes, der parallel zur Längsachse geführt ist, kann wagrecht oder senkrecht sein; die des Querschnittes schneidet die Längenachse senkrecht. Oben und unten sind hier identisch mit dorsal und ventral.

auf zwei schmale Fortsätze (b) reduzirt, welche von der äusseren Kapsel nach abwärts zur inneren ziehen; ferner geht aus ihm hervor, dass die seitlichen Räume zwischen beiden Kapseln bis nahe an die Medianlinie heranrücken, wo sie nur durch die oben erwähnten Fortsätze von einander getrennt sind. (In Uebereinstimmung mit dem eben Erwähnten, zeigt auch die Dorsalansicht eines Ganglions in dem mittleren Theile der Dorsalfläche die Zellen gegen die Medianlinie vorgeschoben, während gegen die Commissuren hin meist nur Faserzüge zu unterscheiden sind.)

Die innere Kapsel umschliesst nicht, wie die äussere, nur einen einzigen grösseren Raum. Sie dient, wie schon erwähnt, den das Ganglion durchsetzenden Fasermassen zur Umhüllung und ist demnach in der Form diesen angepasst.

Da nun die beiden Stränge einer Commissur in ein gemeinsames Neurilemm gehüllt sind, jedoch in diesem von einander isolirt, so wird sich in Erwägung der dem Bau der Ganglienkette zu Grunde liegenden Duplizität erwarten lassen, dass auch im Centrum des Ganglions jeder der durchziehenden Commissurstränge seine besondere Umhüllung besitzt, allerdings mit einer, durch abzweigende oder hinzutretende Faserzüge bedingten Modifikation.

Und in der That zeigt ein Querschnitt durch ein Ganglion, der also auch die dasselbe der Länge nach durchsetzenden paarigen Commissurstränge quer durchschnitten hat, das bestätigende Bild. Was hier der inneren Kapsel angehört, ist die Fortsetzung des mit den Commissursträngen in das Ganglion eingetretenen Neurilemms. (Ein anderer Theil, und zwar der weitaus grössere des Commissurenneurilemms ist, wie schon oben erwähnt, in die äussere Kapsel übergegangen.)

Diese paarigen Hüllen der Commissurstränge bieten nun freilich im Ganglion, wo wir sie als die innere Kapsel wieder antreffen, ein etwas verändertes Ansehen dar.

Insbesondere wird diese Veränderung durch den Ursprung der beiderseitigen Nervenpaare, dann durch die eintretenden Zellenfortsätze herbeigeführt.

Die innere Kapsel setzt sich nemlich wie auf die eingetretenen Commissurstränge, so auch auf die Nervenwurzeln fort, um da, wo die letzteren als Seitennerven das Ganglion verlassen in deren Neurilemm und zugleich auch in die äussere Kapsel überzugehen.

Es sendet demnach der centrale Theil der inneren Kapsel nach vorn und hinten, und nach beiden Seiten je zwei scheidenartige Fortsätze: für jeden in das Ganglion eingetretenen Commissurstrang und jeden austretenden Nerven eine besondere Hülle, welche die genannten Faserzüge, soweit sie innerhalb der äusseren Kapsel verlaufen, begleiten.

Der horizontale Längschnitt (Fig. 33), welcher Commissuren und Nerven getroffen hat, soll dem eben Vorgetragenen als Grundlage dienen: c bezeichnet die Scheide für die in das Ganglion eingetretenen Commissurstränge. Jederseits lässt sich diese Scheide verfolgen, wie sie bogenförmig in den, für die zunächst liegende Nervenwurzel bestimmten Fortsatz der inneren Kapsel übergeht; von d aus bekleidet letztere die einander zugekehrten Flächen der beiden Nervenwurzeln mit Neurilemm. Gegen die äussere Kapsel (a) hin, gehen die oben erwähnten Fortsätze der inneren Kapsel in diese über, wie der Figur entnommen werden kann.

Aus diesem Verhalten der inneren Kapsel gegenüber den Commissursträngen und Nerven (soweit diese in dem Ganglion verlaufen) erklärt sich das Bild, welches das frisch isolirte Ganglion sowohl bei Ventral- wie bei Dorsalansicht (Tafel III, Fig. 6 u. 7) darbietet. Von dem dunkel erscheinenden Centrum zieht gegen jeden Nerven und jeden Commissurstrang ein sich verjüngender Fortsatz, deren Contouren bogenförmig in einander übergehen; und da, wie oben auseinandergesetzt wurde, die innere Kapsel zum Theil mit ihrer oberen Wand in die gleichnamige der äusseren Kapsel übergeht, zum Theil von dieser nur durch eine verhältnissmässig dünne Schichte von Ganglienzellen getrennt ist, so erhellt, dass obiges Bild, welches die Centralfasermasse auf der Flächenansicht bietet, deutlicher von der Dorsalseite (Fig. 7), als von der Ventralseite gesehen wird.

Im Vorhergehenden habe ich die innere Kapsel, insoferne es ihr Verhalten zu den in das Ganglion eingetretenen Commissuren und Nerven betraf, erörtert; es ist nunmehr noch ihr Centraltheil zu betrachten.

Den Hauptzügen der Centralfasermasse genau folgend, erweitern sich die oben besprochenen scheidenartigen Fortsätze der inneren Kapsel, je mehr sie sich dem Centrum des Ganglions nähern. Diese Erweiterung ist durch die Volumszunahme bedingt, einerseits der Commissurenstränge, deren Bündel durch seitlich in sie eintretende, von Zellen und Nerven kommende Fasercomplexe auseinandergedrängt werden; andererseits bildet auch jeder Nerv, soweit er im Ganglion liegt, ein gegen das Innere desselben hin stark divergirendes Fibrillenbüschel, — (ein Umstand, der in den verschieden orientirten Ursprüngen der einzelnen Bündel, aus denen sich der Nerv zusammensetzt, seinen Grund hat) — welches von dem oben erwähnten zugehörigen Fortsatz der inneren Kapsel umhüllt ist. Letzterer setzt sich gegen das Centrum hin in die Scheiden der inneren Kapsel fort, welche den zunächst liegenden Commissurenstrang und die gleichseitige Nervenwurzel umschliessen.

Die oberen Wände dieser die Commissurenstränge und Nervenwurzeln im Ganglion umhüllenden Fortsätze der inneren Kapsel gehen demnach sämmtlich ineinander über, und zwar bilden sie den Theil der oberen Kapselwand, welcher mit der Dorsalwand der äusseren Kapsel in der bereits erörterten Weise (pag. 70) vereinigt ist.

Ich komme nun hier auf das Bild zurück, welches jedes Ganglion von oben betrachtet gewährt, und das ich schon früher[1]) flüchtig erwähnt habe. Es macht sich da nemlich in der Mitte des Ganglions eine zwar nicht scharf begrenzte, aber durch ihre Helligkeit auffallende Stelle bemerklich. Die Ursache derselben liegt darin, dass der weitaus grösste Theil der sich kreuzenden Längs- und Querbündel neben der Medianlinie, beziehungsweise in der vorderen und hinteren Ganglionhälfte verläuft. Hiedurch wird im Centrum ein von Faserzügen umgebener Raum gelassen, den einige minder mächtige Fibrillenbündel, ganz insbesondere aber die Fortsätze der grossen ventralen Ganglienzellen einnehmen.

Da nun, wie ich gezeigt zu haben glaube, die in das Innere des Ganglions eingetretenen Fasercomplexe der Commissurenstränge und Nerven von der inneren Kapsel eingehüllt werden, so lässt sich vermuthen, dass letztere auch diesen centralen Raum auskleidet.

Diess ergibt sich denn auch in der That aus der Untersuchung von Durchschnitten; zugleich soll durch diese das vorher Angegebene erwiesen werden.

Verfolgen wir nun zuerst auf einem senkrechten Querschnitt durch die Mitte des Ganglions (Tafel XI) die innere Kapsel, und wählen als Ausgangspunkt wieder die Uebergangsstelle der Dorsalwände beider Kapseln, so zeigt sich, dass sich jederseits die Dorsalwand der inneren Kapsel von dem kurzen Fortsatz (b), der sie mit der äusseren Kapsel verbindet, nach aussen in leichtem Bogen wendet (c); dann verläuft sie schwach S förmig gekrümmt, schief nach abwärts und aussen, bildet die obere Wand (h) der Nervenwurzelscheide und geht schliesslich wieder in die äussere Kapsel über (k).

Medianwärts sehen wir die oben verfolgten paarigen Dorsalwände nur durch jene beiden Fortsätze (b) untereinander verbunden. Von diesen aus setzen sie sich Anfangs nur wenig von der Mittellinie entfernt, nach abwärts fort um dann im Bogen nach unten und aussen sich zu wenden (e). Der weitere Verlauf dieser unteren

[1]) S. d. Anm. pag. 68, 69.

Wand (e) der inneren Kapsel, an der unteren Fläche der Nervenwurzel vorbei (g) zur äusseren Kapsel, ist aus der Figur ersichtlich.

Hieraus geht hervor, dass das Neurilemm der inneren Kapsel zwei paarig angelegte Räume umschliesst, welche auf dem Querschnitt, der zugleich jederseits einen Nerven getroffen hat, das Bild zweier, mit dem Boden einander zugekehrten, unregelmässig gebauchten Kolben darbieten.

Diese paarige Anlage der inneren Kapsel lässt sich successive an Querschnitten verfolgen. Solche, die weiter nach vorn oder hinten von dem vorigen Durchschnitt, aber noch im Bereiche der beiderseitigen Nerven das Ganglion durchschneiden (s. Tafel XII), zeigen das gleiche Verhalten der lateralen Kapselwände, wie jener; die medialen Wände hingegen sind an zwei Stellen durchbrochen, um die querlaufenden Faserzüge von der einen auf die andere Seite gelangen zu lassen. Vereinigt sind sie nur auf der nun breiteren dorsalen Strecke.

Noch weiter nach vorn oder hinten sind die paarigen Räume der inneren Kapsel ringsum geschlossen; und mit der Volumsabnahme der paarigen Längsfasermassen gegen ihre vordere oder hintere Austrittsstelle hin bilden sie allmählich die, den Commissurensträngen entsprechende Neurilemmhülle, wie aus Fig. 16 (Tafel VII) hervorgeht. Letztere versinnlicht einen Querschnitt durch eine Commissur bei ihrem Eintritt in's Ganglion.

Da jedes Ganglion nicht nur der Länge nach, sondern auch in der Quere von zwei Fasercomplexen durchsetzt wird, deren Neurilemmhüllen der inneren Kapsel angehören, so fragt es sich ob diese sich ähnlich verhalten, wie die paarigen, im Vorigen erörterten Räume.

Für die laterale Strecke, in welcher sie als besondere Scheiden für die beiderseitigen Nervenstränge von der äusseren Kapselwand in die innere Kapsel sich ununterbrochen fortsetzen, geht dies aus den bisherigen Erörterungen hervor; ihr centrales Verhalten bleibt noch zu erklären. Dasselbe gewinnt um so mehr an Interesse, als sich hier die Thatsache herausstellt, dass auch die quer durch die Centralfasermasse verlaufenden Fibrillenbündel und Faserzüge besondere Neurilemmscheiden erhalten.

Diese Querzüge durchbrechen die Längsbündel so, dass sie dieselben im Allgemeinen in einen oberen und unteren Theil trennen. Es muss demnach ein Längsschnitt senkrecht durch ein Ganglion geführt, innerhalb der im Vorigen erörterten inneren Kapsel die Querzüge mit einer besonderen Scheide umhüllt zeigen, an welcher oben und unten die Längsfaserbündel hinweglaufen.

Auf Tafel XIII und XIV habe ich einen solchen Durchschnitt abgebildet, welcher senkrecht und der Länge nach durch das Ganglion geführt wurde.[1]) Seine Ebene liegt etwas neben der Medianlinie, so, dass er den im Vorhergehenden am Querschnitt gezeigten centralen trichterförmigen Raum eben noch eröffnet, zugleich aber auch von den Längsfaserzügen die obere grosse Gruppe, welche am meisten nach innen liegt, getroffen hat. Ueber diese obere Gruppe von Längsfasern zieht die obere Wand der inneren Kapsel hinweg (m), um am Vorder- und Hinterende des Ganglions in die äussere Kapsel (h) überzugehen. Ventral (k) geht von letzterer die untere Wand (n) ab.

Läge die Ebene des Längsschnittes mehr lateral, so dass sie die eine Hälfte der Centralfasermasse[2]) in ihrer vollen Höhe durchschnitten hätte, so würde die untere Wand der inneren Kapsel so erscheinen, dass sie entlang dem, in schwachem Bogen nach abwärts gekrümmt durch das Ganglion laufenden unteren Längsbündel, ebenfalls ununterbrochen von einem Ende des Ganglions zum anderen sich erstrecken würde.

Da aber der Längsschnitt nur den obersten Längsfaserzug, und zwar nur in seinen zu innerst gelegenen Bündeln getroffen hat, so wird sich hier das Verhalten der inneren Kapsel zu dem ventralen trichterförmigen Raum geltend machen müssen; demgemäss sehen wir ihre untere Wand vom Vorder- und Hinterende her schwach gekrümmt in das Centrum des Ganglions verlaufen,[3]) um dann im Bogen sich nach aufwärts zu wenden (bei t). Beide untere Wände nähern sich nach oben zu einander, bis auf einen schmalen Zwischenraum, der etwas unter dem oberen Längsfaserzug (u) liegt, um dann unmittelbar unter diesem sich nach rückwärts (beziehungsweise nach vorn und hinten) umzubiegen (u), und in das von der äusseren Kapsel zwischen die Fibrillenbündel der Commissuren hereinziehende Neurilemm wieder zurückzukehren.

Hieraus geht zunächst hervor, dass das Bild des centralen trichterförmigen Raumes, wie es der Längsschnitt bietet, dem des Querschnittes entspricht.

Dieser centrale Raum kommt demnach dadurch zu Stande, dass sich die untere Wand der inneren Kapsel trichterförmig nach oben fortsezt. (In der Fig. 32 bezeichnet A den centralen trichterförmigen Raum; etwas ober A scheinen beide Wände der inneren Kapsel, die den centralen Raum begrenzen, durch eine kurze

[1]) S. Anm. pag. 70.
[2]) S. d. Querschn. Taf. XI u. XII, D
[3]) In d. Fig. 32 n.

Querbrücke verbunden zu sein: dieselbe gehört indess der medialen Wand eines der paarigen Kapseltheile an.)

Ferner ergibt ein Vergleich mit den Querschnittsbildern für die bereits erörterten oberen und unteren Wände der inneren Kapsel vollkommene Uebereinstimmung, und bezüglich ihres Verhaltens zu den Querfaserzügen überdiess das zutreffende Resultat, dass auch die zwei unter dem oberen Längsfaserzug durchziehenden Querbündel (Fig. 32, x.) von Neurilemm eingehüllt sind, welches mit den übrigen Theilen der inneren Kapsel zusammenhängt. Letzteres findet in der Weise statt, dass von den medialen, wie lateralen Wänden der inneren Kapsel Hüllen für die die Querzüge abzweigen, ein Verhalten, das ein durch die vordere oder hintere Kapselhälfte gelegter Querschnitt (Taf. XII.) veranschaulichen kann. An den Stellen, wo die von der einen Seite auf die andere hinüberziehenden Querbündel (w und w') die medialen Wände durchbrechen, gehen von diesen dünne Scheiden auf sie über; ebenso spalten sich von den lateralen Wänden neurilemmatische Hüllen für die von den Nerven kommenden Querbündel (5 u. 6) ab.

Ich habe nun das Wesentlichste der inneren Kapsel, und ihre wichtigeren Verhältnisse zu den grösseren Faserzügen geschildert. Auch ihre Lage innerhalb der inneren Kapsel habe ich bereits bei Erörterung der Vereinigung der Dorsalwände beider angedeutet. Hier sei nochmals kurz bemerkt, unter Hinweis auf Tafel XI und XII, dessgleichen auf Tafel XIII u. XIV., dass zwischen ihr und der äusseren Kapsel hauptsächlich ventral ein grosser Zwischenraum für die Ganglienzellen bleibt. Auch zu beiden Seiten (Taf. XV. Fig. 33, A, B) ist zwischen äusserer und innerer Kapsel ein peripherer Raum für die Ganglienzellen, der dorsal in der früher beschriebenen Weise allmählich niederer wird.

Der ventrale Raum wird, wie oben angegeben wurde (pag. 69), durch Neurilemm-Membranen, die von der äusseren Kapsel entspringen, in mehrere Fächer eingetheilt.

Diese membranösen Fortsätze der äusseren Kapsel nun, deren Schicksal im Inneren der Ganglien von den Autoren verschieden gedeutet wurde (S. d. historisch. Ueberblick), verlaufen gegen das Centrum des Ganglions und gehen in die Wand der inneren Kapsel über. Dadurch sind die Fächer für die Ganglienzellen von einander vollkommen abgesondert.

Es lässt sich diess leicht mit Hülfe von senkrechten Längs- und Querdurchschnitten erweisen. Auf Tafel XIII u. XIV (Längsschnitt) bezeichnet i die quere unpaare Scheidewand, auf Taf. XI und XII f jederzeits das paarige Septum.

Schliesslich glaube ich der Betrachtung der beiden Neurilemmkapseln noch einige Bemerkungen bezüglich des Dickendurchmessers ihrer Wände hinzufügen zu müssen. Dass hierin die äussere Kapsel die innere an Mächtigkeit ganz bedeutend übertrifft, habe ich bereits früher hervorgehoben.

Während jene durchweg eine 0,01 Mm. (im Mittel) dicke Wandung besitzt, zeigt sich die Wand der inneren Kapsel in ihren stärksten Partieen nur 0,003 bis 0,004 Mm. dick; an vielen Stellen erreicht sie kaum 0,002 Mm. Die weiteren Fortsetzungen der inneren Kapsel aber zwischen den einzelnen kleineren Fibrillenbündel gehen in ihrem Dickendurchmesser meist unter 0,001 Mm. herab. Ich erwähne diess insbesondere zur Vermeidung von Missverständnissen im Hinblick auf die in der Anmerkung auf Seite 69 angeführten Abbildungen.

In den Figuren 31 und 32, und hauptsächlich in Fig. 30 habe ich mich die Wände der inneren Kapsel möglichst in ihrem, der Vergrösserung entsprechenden Durchmesser wiederzugeben bemüht.

b. Das nervöse Gewebe.

α) Verfolgung der fibrillären Elemente der Commissuren, Nerven und Zellen in die innere Kapsel.

Durch die vorige Erörterung des Neurilemmgehäuses habe ich zugleich auch im Allgemeinen die Grenzen, in deren Bereich der Verlauf der Hauptfaserzüge und die Beziehungen derselben zu den Ganglienzellen Statt haben, abzustecken und einen Rahmen zu geben versucht, mit Hülfe und innerhalb dessen sich die Darlegung der Topographie der nervösen Elemente wesentlich vereinfacht.

Die Leitung zwischen den einzelnen Centren, den Ganglien, wird durch die Commissuren vermittelt. Demgemäss will ich in natürlicher Folge damit beginnen, diese in ihrem Verlaufe durch das Ganglion zu verfolgen, und zunächst untersuchen, welche Veränderungen sie bei ihrem Eintritt in dasselbe erfahren.

Anschliessend an meine obige Erörterung [1]) des Baues der Nervenfasern und Commissuren, bezüglich des Verhältnisses zwischen Fibrillen und Neurilemm in denselben, sei nochmals kurz erwähnt, dass jeder der beiden Stränge einer Commissur im Allgemeinen aus etwa 30—40 parallel mit der Längsachse laufenden schmalen »Fibrillenbündeln« besteht. Zwischen diese senkt sich das Neurilemm ein und

[1]) S. pag. 50—56.

bildet zwischen ihnen Längsscheidewände. So entstehen demnach für diese Fibrillenbündel Neurilemmfächer, welche nach der hohen Kante radiär um die Längsachse des Stranges gestellt sind, und der Querschnitt einer Commissur bietet das Bild dar, wie es in Fig. 15 (Taf. VII) dargestellt ist.

Zwischen den beiden Strängen (f) erscheint, und zwar ventral[1]), der Querschnitt des medianen »Faivre'schen Nerven« (g), der nur etwa 6--8 Fibrillenbündel enthält, die ebenfalls durch Neurilemmsepta von einander getrennt sind.

(Eintritt der Commissuren in die innere Kapsel.) Bei dem Eintritt der Commissuren in das Ganglion (Taf. XIII u. XIV, k) spaltet sich das Neurilemm: der grössere Theil geht in die äussere Kapsel (h) über; der unmittelbar den Fibrillenbündeln anliegende hingegen bildet im Ganglion die innere Kapsel (n). Durch Verstärkung der einzelnen Septa ist gerade die Eintrittsstelle der Commissuren auffallend gekennzeichnet (Taf. XIII u. XIV, k; Taf. XV, e) und so eine, auch am unversehrten, frischen Ganglion sich deutlich abhebende Grenze zwischen Commissur und Ganglion gegeben. (In gleicher Weise ist diess auch für die Nerven der Fall. Taf. XI u. XII, k.)

Nachdem die Commissur in das Ganglion eingetreten ist, wird jeder ihrer beiden Stränge durch stärkere Neurilemmsepta in drei grosse und vier bis fünf kleinere Bündel getheilt. Die drei grossen lassen sich als oberer, unterer und innerer Längsfaserzug bezeichnen; ich will sie die Hauptstränge nennen.

Die kleineren Bündel sind dünne, schmale Stränge, welche von der Längsrichtung abzweigen, um bogenförmig in die gleichseitigen Nerven überzugehen; und zwar sendet jeder der zwei Commissurstränge dem zunächst liegenden Nerven drei, dem entfernteren ein oder zwei Bündel zu. So fand ich wenigstens in den meisten Fällen diese Verhältnisse. Diess gilt auch für die am andern Ende des Ganglions eingetretene Commissur.

Von den Hauptsträngen zeichnet sich insbesondere der obere durch seine überwiegende Masse aus. Ein senkrechter Querschnitt durch das Ganglion zeigt, dass er beinahe die obere Hälfte der paarigen inneren Kapsel erfüllt. (S. Taf. XI u. XII, s); den unteren Theil derselben nimmt der minder mächtige untere Hauptstrang ein (t); und der innere, der auch als mittlerer bezeichnet

---

[1]) Durch ein Versehen wurde von dem Lithographen die Zeichnung irriger Weise so auf den Stein übertragen, dass die ventrale Seite nach oben gewendet ist, was ich hiemit berichtigen will.

werden könnte, ist keilförmig von der Medianlinie her zwischen die beiden andern eingeschoben (u).

Diese drei paarigen Hauptstränge durchziehen der Länge nach das Ganglion, während welches Verlaufes sie theils Fibrillen abzweigen, theils neue eintreten lassen. Am anderen Ende des Ganglions treten zu ihnen, aus den Nerven kommend, beiderseits die im Vorigen erwähnten 4—5 kleineren Bündel, mit denen sie sich zu den beiden Verbindungssträngen vereinigen.

Wie aus den eben citirten Querschnittsbildern erhellt, sind die drei Hauptstränge unmittelbar von der inneren Kapsel umhüllt, welche sich zu ihnen ebenso verhält, wie das Neurilemm der Commissuren zu den beiden Verbindungssträngen; sie sendet nemlich zwischen die Fibrillen Septa, wodurch diese, in gleicher Weise wie in den Commissursträngen in Fibrillenbündel abgetheilt werden; was hauptsächlich für die der Kapselwand zunächst liegenden Fibrillenmassen gilt. Zu dem ist besonders hervorzuheben, dass an diesen Fibrillenbündeln (oder Neurilemmfächern) auch die radiäre Stellung um die Längsachse, wie in den Commissursträngen beibehalten ist. (Taf. XI und XII, c, e; d, v.)

Gegen das Centrum des Querschnittes hin ist jedoch die Sonderung der Fibrillen in radiäre Bündel nicht mehr in der Weise durchgeführt, wie wir es an der Peripherie sahen. Je weiter wir die Neurilemmscheidewände in das Innere der Centralfasermasse verfolgen, um so dünner und feiner werden sie, und um so mehr zerfallen die einzelnen Fibrillenbündel in kleinere, bis endlich im Inneren der Hauptstränge keine besonderen bindegewebigen Hüllen unterschieden werden können; statt der membranösen Septa lassen sich nur feine neurilemmatische Spangen unterscheiden, die den nervösen Elementen als Gerüst dienen.

Diess ist die Stelle, wo neue Fibrillen von Ganglienzellen und Nerven kommend hinzutreten, deren Masse, wie sie sich zwischen oberen und unteren Hauptstrang einschiebt, ziemlich bedeutend ist.

Die hiedurch bedingte Verwickelung des Faserverlaufes lässt es nöthig erscheinen, den Anwachs an neuen Elementen gesondert zu betrachten, und will ich versuchen, vorerst den Verlauf eines der beiden Nerven in das Ganglion zu verfolgen.

(Eintritt des Nervenstammes in die innere Kapsel.) Nachdem jeder der beiden Nerven (S. d. Querschnitte Taf. XI und XII, E) die äussere Kapsel (a) passirt hat, wobei an der Durchtrittsstelle seine Fibrillenbündel in derselben Weise wie die der Commissuren verstärkte Scheiden (k) erkennen lassen, ist er von der inneren Kapsel (g, h) umhüllt und so von dem Ganglienzellenraum vollkommen

geschieden. Unmittelbar nach seinem Eintritt ist an ihm zu bemerken, dass sich die einzelnen Fächer (vgl. pag. 51, 54, 55) getheilt haben und ihre Wände dünner geworden sind. Mehr und mehr nimmt diess gegen das Innere des Ganglions zu, wobei mit der Theilung und Verfeinerung der Fibrillen auch zugleich eine allmähliche Verdickung des ganzen Nervenstammes eintritt.

Der Theil der inneren Kapsel, der bis hieher den Nerven umschlossen hat, geht nun ununterbrochen in den über, den ich schon im Vorigen bei Verfolgung der Commissuren als deren Neurilemmhülle erörtert habe, und an dieser Stelle tritt die Theilung des Nerven in zwei stärkere Fibrillenbündel ein (Fig. 31, $_5$ und $_6$), welche ich als obere und untere Wurzel bezeichne.

Bemerkenswerth ist, dass kurz vor der Theilung die schon ziemlich dünn gewordenen Neurilemmsepta abermals einen, wenn auch schwachen bindegewebigen Zuzug von der inneren Kapsel erhalten (i).

Jede der beiden Wurzeln sendet hierauf einen grossen Theil ihrer Fibrillen — nahezu die Hälfte — über die Medianlinie auf die andere Seite des Ganglioncentrums, Faserzüge, welche einen wesentlichen Bestandtheil der in Fig. 31 ersichtlichen beiden Querbündel (w u. w') bilden.

Der andere Theil der Fibrillen wendet sich dem gleichnamigen Hauptstrang der zugehörigen Seite zu, also von der oberen Wurzel dem oberen, von der unteren dem unteren Hauptstrang.

Gegen den inneren Hauptstrang läuft nur ein kleineres Faserbündel, das ihm von beiden Wurzeln gemeinschaftlich zugesendet wird, ohne dass es sich jedoch mit der Bestimmtheit, wie es für jene der Fall war, als selbständige Wurzel abgrenzen liesse; einigermassen deutlich kommt es nur an Querschnitten zur Ansicht, die nahe dem Centrum das Ganglion durchschneiden. Entfernt sich die Schnittebene, und rückt gegen die entsprechende Commissur, so sind nur mehr wenige Fasern zu erkennen die zu dem inneren Hauptstrang ziehen. (Fig. 30 und 31.)

Zur weiteren Erläuterung des Vorigen möge noch kurz des Längsschnittes (Taf. XIII) erwähnt werden; wobei ich jedoch hinsichtlich dieser Schnittebene nochmals darauf aufmerksam mache, dass dieselbe neben die Medianlinie fällt. Es können demnach die in den durchschnittenen Querfaserzügen (x u. y) auftretenden Fibrillen oder Fibrillenbündel nur theilweise den Nervenwurzeln zugeschrieben werden.

Schliesslich sei unter Hinweis auf die frühere Erörterung der inneren Kapsel (pag. 74 ff.) hervorgehoben, dass, wie der obere Hauptstrang (Taf. XIII, XIV, u) seine Hülle (m) von der inneren Kapsel erhält, dasselbe auch für die Querfaserzüge

gilt (n); welche so in ihrer den beiden Nerven entsprechenden doppelten Anlage, indem sie sich mit den paarigen Längsfaserzügen kreuzen, im Centrum des Ganglions das Zustandekommen jenes «trichterförmigen Raumes» für die mittleren ventralen Zellen (Fig. 32 A, Fig. 30 B) bedingen.

(Die Ganglienzellengruppen.) Endlich seien im Allgemeinen die Fibrillenzüge erwähnt, welche von den Ganglienzellen ausgehen. Letztere befinden sich in Gruppen zwischen den beiden Kapseln, und senden ihre Fortsätze durch die Wand der inneren Kapsel in das Centrum des Ganglions.

Die Gruppen sind folgende:

1) Die mittlere ventrale Gruppe (Taf. XI u. XII, B; Fig. 32, A, q); sie enthält in jedem Ganglion die grössten Zellen, deren Fortsätze nach oben in den centralen trichterförmigen Raum verlaufen. Nach hinten ist sie von dem unpaaren Septum (Fig. 32, i) und seitlich von den paarigen Scheidewänden begrenzt (Taf. XI u. XII, f). Letztere trennen sie von den

2) seitlichen ventralen Gruppen (Taf. XI u. XII, C) welche sich, jederseits eine, zwischen und unter den Nerven befinden.

3) Hinter den beiden genannten Gruppen, der mittleren und den beiden seitlichen liegt, durch das unpaare Septum von ihnen geschieden, die hintere ventrale Gruppe (Fig. 32, zwischen i und k); — vor jenen

4) die vordere ventrale Gruppe (Fig. 32, p); diese ist jedoch von der mittleren ventralen nicht durch ein Neurilemmseptum, sondern nur durch das hier stärker entwickelte körnig-fibrilläre Zwischengewebe (z) getrennt.

Die mittlere ventrale Gruppe ist demnach von den vier anderen umgeben; während aber jene einzig auf den «ventralen Raum» beschränkt ist, setzen sich diese an den Rändern des Ganglions nach oben auf die Dorsalseite desselben fort, erreichen jedoch die Medianlinie wegen der daselbst bestehenden Vereinigung der Dorsalwände beider Kapseln nicht.

Eine weitere Sonderung dieser dorsalen Ganglienzellen als die in zwei seitliche über die Dorsalfläche der inneren Kapsel sich erstreckende Gruppen durch besondere Membranen konnte ich nicht finden: entgegengesetzt der Eintheilung, wie sie die Ventralseite darbot, wo keine mediane Trennung vorhanden war.

Obwohl nun allerdings zwischen diesen dorsalen Zellen und den vier die Ränder der Ventralseite einnehmenden Gruppen keine scharfe Grenze gezogen werden kann, zeigt doch der Verlauf der Fortsätze, dass sie

eine bestimmte Zellengruppe bilden, welcher alle Zellen angehören, die vom Nervenstamme aus dorsal liegen. Diese Gruppe will ich als die dorsale (fünfte) unterscheiden (Taf. XI u. XII, A.). Sie ist, wie aus dem Vorigen zu entnehmen, paarig. Die Dicke ihrer Schichte hängt von der grösseren oder geringeren Ausdehnung jener dorsalen Verbindung der beiden Kapselwände ab.

6) Endlich sind noch die beiden vereinzelt vorkommenden Zellarten hier zu nennen. Was von Seite der Leydig'schen, seitlich liegenden Zelle an Faserzügen dem Ganglion zugeführt wird, beschränkt sich auf verhältnissmässig wenig Fibrillen.

7) Dessgleichen ist auch die Anzahl der von der «medianen Zelle» ausgehenden Fasern gegenüber der der übrigen Zellgruppen verschwindend klein. Um so wichtiger erscheint ihre stets constante Lage und Gestalt und das in allen Ganglien gleiche Verhalten ihrer Fortsätze.

(Eintritt der Zellenfortsätze in die innere Kapsel.) Die Gestaltung der inneren Kapsel und der von ihr umschlossenen Centralfasermasse wird in erster Linie durch die Theilung der Commissuren in die erwähnten Stränge und die seitlich zwischen den beiden grossen Hauptsträngen hinzutretenden Nervenwurzeln bedingt, wobei die Neurilemmhülle des Nerven in die der gleichseitigen Hauptstränge übergeht; —, in zweiter Linie durch die von den Ganglienzellen kommenden Fibrillen, welche an Masse hinter denen der Nerven nicht zurückstehen.

Ueber die Stellen nun, an denen die Fortsätze der Zellen die Wand der inneren Kapsel durchbrechen, ergab sich mir aus meinen Untersuchungen das Resultat, dass im Allgemeinen die Fortsätze gewöhnlich da in die innere Kapsel eintreten, wo schon durch die Theilung in die Hauptstränge eine seitliche Spaltung des Commissurenneurilemms erfolgt ist. Hier tritt beiderseits die, weiter central in die beiden Wurzeln sich theilende Fibrillenmasse des Nerven ein, und zwischen ihr und dem anliegenden Hauptstrang ziehen die Fortsätze der entsprechenden ventralen oder dorsalen Zellen in das Innere; auch die im «centralen Raum» verlaufenden Fortsätze nehmen ihren Weg in die innere Kapsel da, wo die Hauptstränge auseinanderweichen, und zwischen sich die beiden Querfaserzüge von der einen zur anderen Ganglionhälfte hinübertreten lassen.

Dieses Verhalten führt mit sich, dass bei den meisten Zellen der Fortsatz eine nicht unbeträchtliche Krümmung erfährt, um in die innere Kapsel zu kommen. In sehr auffallender Weise ist diess bei den medianwärts gelegenen Zellen der dorsalen

Gruppe der Fall (Taf XI u. XII, A, n.), deren Fortsätze, um zur und durch die Eintrittsstelle gelangen zu können, nicht nur länger als die der Nachbarzellen sein müssen, sondern überdiess noch beim Durchtritt eine Knickung im spitzen Winkel erleiden.

Das körnig-fibrilläre Zwischengewebe, welches die Zellkörper umhüllt und von einander trennt (s. pag. 30, Holzschn.), begleitet den Fortsatz auf eine kurze Strecke auch noch in die innere Kapsel hinein. Diess ist bei den, von der dorsalen Zellengruppe kommenden Fortsätzen, die sich beim Eintritt in grosser Anzahl auf eine verhältnissmässig kleine Strecke zusammendrängen, schwer nachzuweisen, leichter an den Fortsätzen der grossen Zellen aus der mittleren ventralen Gruppe.

Die einzelnen Gruppen verhalten sich nun folgendermassen: es treten

1) von den Zellen der mittleren ventralen Gruppe (Taf. XI, B) an drei Stellen Fortsätze und Fibrillen durch die den centralen Raum begrenzende mediale Wand der inneren Kapsel: und zwar treten von den kleineren, von der Medianlinie entfernter liegenden Zellen die Fortzätze oder deren Theiläste jederseits zwischen dem unteren (t) und dem inneren (u) Hauptstrang ein (p); andere von höher situirten Zellen kommende Fortsätze ziehen an der unteren Seite des oberen Querfaserzuges, (über dem inneren Hauptstrang) in die innere Kapsel (q); endlich die den grossen Zellen angehörigen Fibrillen gelangen theilweise ebenfalls auf dem letztgenannten Wege zur Centralfasermasse, zum grossen Theil aber wenden sie sich nach oben, um über dem oberen (w) Querfaserzug in die Bahn des oberen Hauptstranges einzutreten (r).
2) Die seitlichen ventralen Zellgruppen senden ihre Ausläufer zwischen unterer Nervenwurzel und unterem Hauptstrang (o') in die innere Kapsel; zum Theil auch da, wo die paarige Scheidewand sich ansetzt. (Taf. XII, o.)
3) Die Fortsätze der vorderen und hinteren ventralen Gruppe durchbrechen die untere Wand der inneren Kapsel beziehungsweise vor und hinter der medianen Zelle in der Nähe des Eintritts der Commissuren in das Ganglion (Taf. XIII, XIV, p), da, wo neben der Spaltung der letzteren in die Hauptstränge immer auch eine solche in kleinere Bündel (vgl. Fig. 14 u. 16) vorhanden ist, zwischen denen die Zellenfortsätze hindurchtreten.
4) Die dorsale Zellengruppe ist bezüglich ihrer Fortsätze schon im Vorigen vorübergehend erwähnt worden. Letztere gelangen seitlich zwischen dem oberen Hauptstrang und der oberen Nervenwurzel in das Centrum des Ganglions. (Taf. XI u. XII, n.)

β) Von dem weiteren Verlaufe der Fortsätze und ihrem Zusammenhange mit den Fibrillen der Nerven und Commissuren.

Durch das Hinzutreten der Fortsätze und ihrer Fibrillen zu den Faserzügen der Nerven und Commissuren und die gegenseitige Verbindung dieser drei fibrillären Elemente wird nun die Centralfasermasse vervollständigt.

Solange noch die Fibrillen zu grösseren Bündeln geordnet auftraten, war das Neurilemm für die Verfolgung ihres Verlaufes ein werthvoller Wegweiser; im Inneren des Ganglions aber, wo jenes in Folge seiner Zerspaltung nur mehr ein dünnes Gerüstwerk darstellt, und die Fibrillen isolirt zur Erscheinung kommen, kann die Untersuchung, insbesondere auch im Hinblick auf die mannigfachen Verbindungen jener, nur langsam vorwärts schreiten.

Die Fortsätze der Ganglienzellen laufen an den oberflächlichen Zügen der Hauptstränge, solange deren Fasern noch durch besondere Neurilemmfächer in Bündel geordnet sind, vorüber und in das Innere der Fasermasse. Hier theilt sich jeder Fortsatz[1]) in zwei oder drei Fibrillen, auf die, wie auch auf ihre Art der Verbindung mit anderen Fibrillen durch jene «Knotenpunkte» ich schon früher (II. Cap. 2.) hingewiesen habe. Der dortigen Ausführung glaube ich noch Folgendes beifügen zu müssen.

Der Zusammentritt zweier Fibrillen verschiedener Herkunft, von denen die eine z. B. von den Zellen entspringt, die andere den Commissuren angehört, geschieht in der Weise, dass die eine Fibrille — in Folge der Verlaufsrichtung unter nahezu rechtem Winkel — in die andere unmittelbar übergeht. Nur eine kleine Verdickung, die ich oben Knotenpunkt genannt habe, ist an der Verbindungsstelle zu bemerken. Tritt an denselben Knotenpunkt noch eine dritte oder vierte Faser, so verwischt sich allerdings das charakteristische Bild und es entsteht der einer multipolaren Zelle ähnliche Körper, über den ich bereits meine Ansicht mitgetheilt habe.

Bei der Zartheit, welche die Fibrillen im frischen Zustande darbieten, ist ihre Resistenz gegenüber erhärtenden Mitteln bemerkenswerth; so ist die bei Akohol eintretende Schrumpfung unbedeutend; Osmiumsäure (in 1⁰/₀ Lösg.) und Chlorpalladium (½ ⁰/₀) lassen kaum eine Veränderung erkennen. Sorgfältigst angefertigte Zupfpräparate bringen jene Knotenpunkte besonders dann gut zur Anschauung, wenn sie nicht zu feinen Durchschnitten entnommen sind. Doch zeigen auch frische Präparate diese Verhältnisse, wobei jedoch die Untersuchung einmal durch die unge-

[1]) pag. 27, 30. Holzschn. A.

meine Blässe der Fibrillen erschwert ist, ferner dadurch, dass alle nicht vollständig zerzupften und so durch die Mannigfaltigkeit der Verbindungen netzförmig erscheinenden Theile in den Lücken zwischen Fibrillen und Knotenpunkten eine helle, nahezu halbflüssige Zwischensubstanz erkennen lassen, welche durch ihren Reichthum an Körnchen die Deutlichkeit des Bildes beeinträchtigt. Die Erleichterung in der Untersuchung, welche Alkoholpräparate darbieten, ist nun zum Theil dadurch bedingt, dass an ihnen jene Zwischensubstanz wesentlich zurücktritt. (S. Fig. 17, 18, 19, welche nach frischen Präparaten gezeichnet sind.)

Wiewohl ich nun voraussah, dass wegen der Mannigfaltigkeit der Verbindungen zwischen den von verschiedenen Punkten herkommenden Fibrillen und in Hinblick auf das Verhalten der centralen Theile der Commissurstränge im Ganglion eine vollständige Entwickelung des gesammten Faserverlaufes unmöglich durchzuführen sei: so waren es doch gewisse Fibrillenzüge, deren constantes Auftreten mich zur weiteren Untersuchung bewog, in der Erwartung wenigstens einige Beziehungen zwischen Zelle, Nerv und Commissur verfolgen zu können, über die die Untersuchungsresultate im Folgenden dargelegt werden sollen. Dieselben erstrecken sich erstens auf die paarig angelegten, und zweitens auf die, erst noch zu erörternden unpaaren Elemente. Letztere will ich auch zunächst noch unerwähnt lassen.

(Die Nervenwurzeln.) Ein Vergleich zwischen den beiden Wurzeln eines Nerven, wie sie uns ein Querschnitt zeigt, lässt auf dem ersten Blick erkennen, dass sie in ziemlich gleicher Weise einerseits Fibrillen aus dem Ganglion erhalten, andererseits diesem solche zuführen; ferner, dass diess nicht nur auf die eine Hälfte des Ganglions beschränkt bleibt, sondern jede Nervenwurzel auch ebenso, wenn gleich mit einem kleineren Fibrillentheil mit den Hauptsträngen und den Zellen der anderen Ganglionhälfte in Beziehung tritt.

Sei zuerst die obere Nervenwurzel (Taf. XI, XII, 5) betrachtet, so zeigte der früher (Seite 79) hierauf untersuchte Querschnitt, dass ein Theil der Fibrillen sich der anderen Seite des Ganglions zuwendet; dieser bleibe vorerst unberücksichtigt.

Der andere Theil setzt sich folgendermassen zusammen:

1) In erster Linie sind die Fibrillen zu nennen, welche von den, der Nervenwurzel zunächst liegenden dorsalen Ganglienzellen derselben Seite kommen. Diese Fibrillen sind aber nicht, wie etwa vermuthet werden könnte, direkte Ausläufer der Ganglienzellen, sondern entspringen stets von einem Knotenpunkte. Wer die Mühe nicht scheut, eine möglichst grosse

Anzahl von Schnitten durch die mittleren Bauchganglien, und zwar mit besonderer Rücksicht auf die Ebene des einen Nerven anzufertigen und zu durchsuchen, wird sich leicht von dem eben Erwähnten überzeugen. Gewöhnlich ist es der Fall, dass sich die vom Zellfortsatz abzweigende Theil-Fibrille bis etwa in die Mitte des Querschnittes des oberen Hauptstranges fortsezt und hier dann mit Fasern anderer Herkunft durch einen Knotenpunkt verbindet, von dem aus erst die Fibrille in die Bahn der Nervenwurzel, oft unmittelbar neben dem Zellfortsatz, rückläufig übergeht.

2) Einen weiteren Zuzug an Fibrillen erhält die Nervenwurzel aus dem oberen Hauptstrang, indem ein Theil von dessen Fibrillen in Knotenpunkten endet, von denen andere Fibrillen entspringen, um zur Nervenwurzel zu ziehen.

3) Die Fibrillen, welche in Bündeln unmittelbar, ohne von Knotenpunkten auszugehen, aus der Bahn des oberen Hauptstranges in die des Nerven ablenken, habe ich bereits (pag. 78) erwähnt.

Die untere Nervenwurzel erhält ihre Fibrillen — soweit es wieder nur die zugehörige Ganglionhälfte betrifft, — in derselben Weise entsprechend von den ventralen Zellengruppen und dem unteren Hauptstrang (Taf. XII, 6).

1) Hauptsächlich sind es die seitlichen ventralen Ganglienzellen, deren Ausläufer durch Knotenpunkte Fibrillen zur unteren Nervenwurzel senden, dann aber auch zum Theil die Zellen der mittleren Gruppe, deren Fortsätze ganz oder nur mit einer Fibrille durch die mediale Wand der inneren Kapsel treten (Taf. XI, p.). Von den Zellen der vorderen und hinteren ventralen Gruppe tragen nur die lateral liegenden zur Verstärkung der gleichseitigen unteren Nervenwurzel bei.

2) Wie in die obere Wurzel aus dem entsprechenden Hauptstrang, so gehen auch aus dem unteren Hauptstrang (t) durch Vermittelung der Knotenpunkte Fibrillen in die untere Nervenwurzel ab.

3) Dagegen konnte ich direkt aus dem unteren Hauptstrang in den Nerven übergehende Fibrillenbündel nicht finden.

Was die kleine Nervenwurzel (S. pag. 80.) betrifft, welche ihre Fasern anscheinend nur aus dem mittleren Hauptstrang erhält, so glaube ich hier nochmals auf ihre geringe Selbstständigkeit hinweisen zu müssen. Von der Herkunft ihrer Fibrillen lässt sich, wie für die beiden anderen Wurzeln aussagen, dass sie zum Theil von den Ganglienzellen, zum Theil von der Commissur stammen. Von dieser letz-

teren gehen, durch Vermittelung von Knotenpunkten, vorzugsweise aus dem mittleren Hauptstrang Fibrillen in die kleine Nervenwurzel; doch ziehen zu ihr auch von dem oberen und unteren Hauptstrang, oder vielmehr von den im Centrum dieser befindlichen Knotenpunkten Fasern. Bezüglich der Ganglienzellen gehen sowohl von den dorsalen, als auch von den ventralen Zellen (mit Ausnahme der grossen mittleren) Fibrillen in die Centralfasermasse ab, um hier durch Knotenpunkte mit den Faserzügen der kleinen Nervenwurzel in Verbindung zu treten; und zwar sind insbesondere die Fortsätze jener ventralen Zellen zu nennen, die unmittelbar über dem mittleren Hauptstrang (Taf. XI, q) in die innere Kapsel gelangen.

(Die Hauptstränge.) Indem ich nun auf die Hauptstränge übergehe, ist, da im Vorigen einer ihrer Verbindungen nemlich der mit den gleichseitigen Nervenwurzeln bereits Erwähnnug geschah, diesem nur hinzuzufügen, dass von jedem der drei Hauptsträuge Fasern durch Knotenpunkte auch mit Fibrillen die von Ganglienzellen kommen, in Zusammenhang stehen; und zwar gehen zu dem oberen Haupstrang Ausläufer von den dorsalen, zu den anderen beiden Strängen Fibrillen von den ventralen Zellen.

Indess ist durch diese beiden Arten der Verbindung erst ein zur Gesammtmasse der Hauptstränge verhältnissmässig kleiner Theil ihrer Fibrillen in Wechselbeziehung zu den Nerven und Zellen gesetzt: es bleibt, auch wenn die für den Zusammenhang mit der anderen Hälfte des Ganglions und mit der medianen Zelle bestimmten Faserbüudel hier noch nicht in Betracht kommen, immerhin eine beträchtliche Summe von Fibrillen übrig, welche sich anderen Gebieten zuwenden.

Vorzugsweise ist hier die Masse der oberflächlich liegenden, noch in deutliche Neurilemmfächer (Taf. XI, XII, d) gehüllten Fibrillenbündel (v) zu nennen, welche ununterbrochen durch das Ganglion ziehen, um erst in einem anderen Ganglion mit den übrigen Elementen in Zusammenhang zu treten.

Ferner sind die Fibrillenzüge zu erwähnen, welche zwar im Ganglion bleiben aber, je nachdem sie am Vorder- oder Hinterende des Ganglions eingetreten sind, erst in der beziehungsweise hinteren oder vorderen Hälfte ihr Ziel erreichen.

Diesen beiden Arten von Fasern reihen sich endlich noch solche an, welche nicht an Knotenpunkten entspringen oder enden, sondern die unmittelbare Fortsetzung der Fibrille eines Ganglienzellenfortsatzes sind. Sie stammen von den grossen Zellen der mittleren ventralen Gruppe (Taf. XIII u. XIV, A; Taf. XI, B.) — demnach nicht von sehr bedeutender Anzahl — deren Fortsätze nach oben durch den centralen Raum ziehen, den sie vollständig erfüllen. Während dieses

Verlaufes theilen sie sich in je zwei bis drei Fibrillen, von denen die einen sich von unten her im Bogen den medialen Bündeln der oberen Hauptstränge zugesellen; andere zweigen schon früher ab, um in die mittleren Hauptstränge überzugehen. (Dieser direkte Uebergang eines Zellenfortsatzes in eine Commissurenfibrille lässt sich besonders für die grossen ventralen Zellen an senkrechten Längsschnitten meist deutlich erkennen.)

Von den bis jetzt betrachteten Arten des Zusammenhanges zwischen Zelle und Fibrille ist diess der erste Fall eines direkten Ueberganges, den ich zu erwähnen habe. Indess ist dabei zu berücksichtigen, dass die betreffende Fibrille einem der Hauptstränge angehört, ferner dass sie, wie an Längsschnitten erwiesen werden kann, das Ganglion verlässt, und so erst in einem der nächsten Ganglien mit den übrigen nervösen Elementen in Beziehung tritt. Die vorige Darlegung des Ursprungs eines Theiles der Nervenwurzeln hat zu zeigen versucht, wie die Fibrillen, welche von Ganglienzellen stammen, von Knotenpunkten der Theilfibrillen abgehen, und zwar geschieht diess in den mehr central gelegenen Partieen der Hauptstränge, in denen die Fibrillen nicht mehr in deutliche Bündel geordnet verlaufen; jene direkt als Fibrillen sich fortsetzenden Zellenausläufer gesellen sich jedoch der peripheren Schichte der Hauptstränge zu, deren Bündel das betreffende Ganglion zum grossen Theile durchziehen. Es ist daher über das weitere Schicksal dieser Fibrillen kein sicherer Aufschluss zu erlangen, da eine Verfolgung bis in das nächste Ganglion unmöglich ist. Indess lässt sich aus der Region, in welcher sie im Hauptstrang weiter laufen, vermuthen, dass sie im nächsten Ganglion zu den Fibrillen gehören, von denen weitere Fasern für den peripherischen Nerven durch Knotenpunkte abgehen. Denn die aus der Bahn des Hauptstranges direkt in letzteren abzweigenden Fibrillenbündel verlaufen zunächst unter der Wand der inneren Kapsel, in einer Schichte, bis zu welcher ich jene Zellfortsätze niemals sich erstrecken sah; stets bogen sie in einer tieferen Schichte in die Bahn des Hauptstranges um.

(Wechselseitiger Faseraustausch zwischen beiden Hälften des Ganglions.) Die vorige Erörterung beschränkte sich nur auf die Beziehungen zwischen Zelle, Nerv und Commissur in der einen Hälfte des Ganglions. Nur flüchtig wurde erwähnt, dass jede Nervenwurzel einen grossen Theil ihrer Fibrillen nahezu die Hälfte über die Medianlinie auf die andere Seite des Ganglions sendet. Eine genauere Untersuchung der beiden Querfaserzüge, insbesondere des oberen (Taf. XII, w), zeigt nun aber, dass in letzterem die feinen Fibrillen der Nerven-

wurzel an Zahl merklich zurücktreten, und dagegen breitere Fasern vorwalten welche, wie ihre weitere Verfolgung lehrt, Fortsätze der dorsalen Ganglienzellen sind.

Diese senden nemlich sowohl Theiläste, als auch ganze Fortsätze im oberen Querfaserzug in die andere Hälfte des Ganglions; der grösste Theil wendet sich der oberen Nervenwurzel zu, wobei die Zellenfortsätze sich allmählich in die Fibrillen spalten. Ein kleiner Theil, ebenfalls in die feinen Fibrillen aufgelöst, wendet sich dem oberen Hauptstrang zu, dessen Fasern sich durch Knotenpunkte mit jenen verbinden.

Ausser den breiten von den Zellen kommenden Fasern, welche vorzüglich auf Horizontalschnitten zur Anschauung kommen (Fig. 33, g.), enthält der obere Querfaserzug noch Fibrillen, welche von der oberen Nervenwurzel stammen. Diese enden im oberen Hauptstrang der anderen Ganglionhälfte, mit dessen Fasern sie durch Knotenpunkte in Verbindung treten.

Der untere Querfaserzug besteht hauptsächlich aus Fibrillen der beiderseitigen unteren Nervenwurzeln, welche mit den Elementen des mittleren und unteren Hauptstranges der anderen Seite in Zusammenhang gesetzt sind. Nur ein kleiner Theil des unteren Querfaserzuges gehört Ganglienzellen an; und zwar sind es die seitlichen ventralen Zellen, welche einige Fasern zur unteren Nervenwurzel der anderen Seite senden.

γ) Die unpaaren Elemente.

(Faivre's medianer Nerv.) Die bis jetzt erörterten nervösen Elemente treten im Weiteren noch mit unpaarig angelegten in Beziehung, von denen die fibrillären bereits durch Faivre bekannt geworden sind. Diese bilden einen zwischen beiden Commissursträngen von einem Ganglion zum andern verlaufenden dünnen Strang. Auch meine Untersuchungen ergaben mir, dass er das Ganglion in der Medianlinie durchläuft, zeigten mir indess noch, dass er in demselben sich in drei übereinander liegende Bündel theilt. Das obere und mittlere von diesen durchziehen das Ganglion ununterbrochen zwischen den medialen Wänden der beiden Kapselhälften. Von den Querfaserzügen, mit denen sie sich kreuzen, sind sie durch dünne Neurilemmhüllen getrennt. Das obere verläuft über dem oberen Querfaserzug, das mittlere unter diesem (Taf. XII. x, y); letzterer trennt zugleich das mittlere von dem unteren (z). Der Querschnitt, der den centralen Raum getroffen hat (Taf. XI) lässt ein unteres, für sich differenzirtes Bündel nicht erkennen. Diess erklärt sich jedoch

aus dem Verlaufe desselben unmittelbar über der medianen Zelle (Fig. 32, r) deren Fortsatz in nach oben convexem Bogen den centralen Raum passirt, wodurch das untere Bündel unmittelbar unter dem mittleren zu liegen kommt.

Hauptsächlich erhalten die beiden oberen Bündel Fibrillen von den kleineren Zellen der vorderen und hinteren ventralen Gruppe, wobei ich stets directen Uebergang der Theilfibrille in die des Längsbündels beobachtete. Ausserdem sendet die mediane Zelle diesen beiden Bündeln einige fibrilläre Fortsätze zu.

Das untere Bündel steht vorzugsweise mit der medianen Zelle in Verbindung.

(Die mediane Zelle.) Diese «mediane Ganglienzelle», wie ich sie oben (II, 2. pag. 35.) nannte, ist ein multipolarer Ganglienkörper, wie er sich in den Centren der Wirbelthiere findet, und hiedurch, dann aber auch durch sein constantes Vorkommen, seine stets gleichartige Lage und Gestalt ausgezeichnet. In jedem der viernervigen Ganglien liegen in der Medianlinie hintereinander zwei solche Zellen, an der Ventralseite der inneren Kapsel, zwischen den medialen Wänden ihrer Hälften (S. Taf. XII, 1; XIII, XIV, r). Ein kurzer Fortsatz, von dem Fibrillen in das untere Bündel des Faivre'schen Nerven abgehen, verbindet beide Zellen. Am anderen Pol, der gegen die Commissuren gerichtet ist, entspringt ebenfalls ein Fortsatz (Taf. XIII, s), der sich bald in ein Fibrillenbündel auflöst, um als solches das nächste Ganglion zu erreichen. Hier vereinigen sich die Fibrillen, um in die diesem Ganglion eigene mediane Zelle überzugehen.

Von den seitlichen Fortsätzen der medianen Zelle geht der obere in die Bahn der unteren Nervenwurzel über; über den Verlauf des unteren Fortsatzes bin ich leider nicht im Stande mit Sicherheit Aufschluss zu geben.

Verschieden von den oben betrachteten Fortsätzen sind die dorsal entspringenden. Es sind diess Fibrillen, die mit breiter Basis von dem Zellkörper aufsteigen, um ihren Verlauf gegen den oberen Querfaserzug zu nehmen, in welchem sie sich mit den Zellfortsätzen, aus denen jener zum grössten Theile besteht, verbinden (s. Taf. XIII, x). — (Fig. 38, Taf. XVI stellt einen Theil des Querfaserzuges (im Querschnitt) dar; x bezeichnet die quer durchschnittenen Fortsätze der dorsalen Zellen; von unten her treten zu ihnen die fibrillären Fortsätze (z) der medianen Zelle, welche unmittelbar in jene übergehen.)

II. Vom Bau des Gehirns und des letzten Ganglions.

Zur Einleitung für die Betrachtung des Baues der die Ganglienkette an beiden Enden abschliessenden Nervencentren möchte wohl am geeignetsten auf die Unter-

suchungen E. H. Webers hinzuweisen sein, durch welche auf Grund der Entwickelungsgeschichte zuerst auf die Zusammensetzung des letzten Ganglions aus mehreren Ganglien aufmerksam gemacht wurde (s. ob. pag. 3). Diess Verhalten kann ich für den unteren Gehirntheil wie auch für das letzte Ganglion aus ihrem inneren Bau vollkommen bestätigen und im Allgemeinen etwa dahin zusammenfassen, dass die Topographie der bindegewebigen wie nervösen Elemente durchweg nach dem im Vorigen entwickelten Plane gestaltet ist, dass aber um so vielmal mehr gleichgebaute gangliöse Abschnitte, als in den viernervigen Ganglien hintereinander gereiht sind, als mehr Nerven entspringen. Eine weitere Modifikation ist ferner noch durch den Abschluss der Ganglienkette bedingt.

Das Querschnittsbild des unteren Schlund- oder letzten Ganglions ist demnach auch von einem im gleichen Sinne durch ein viernerviges Ganglion geführten in topographischer Hinsicht nicht verschieden; nur die Anzahl der fibrillären und zelligen Elemente und die Grösse der letzteren differiren.

Erst auf dem Längsschnitt treten die soeben allgemein erwähnten Verhältnisse zu Tage, die ich, da es sich zum grossen Theil um eine Wiederholung des Baues der viernervigen Ganglien handelt, im Hinblick auf die ausführlichere Erörterung des letzteren, kürzer darlegen kann.

Während bei diesen, entsprechend den zwei jederseits entspringenden Nerven, zwei paarig angelegte Fasercomplexe die Fibrillen der Commissuren, Nerven und Zellen vereinigten, finden sich im unteren Schlund- und letzten Ganglion mehrere solche für sich abgegrenzte Centraltheile, und zwar in Uebereinstimmung mit der Nervenzahl in ersterem sechs, in letzterem sechs bis acht, von denen jeder von der inneren Kapsel seine Umhüllung erhält. Zwischen dieser und der äusseren Kapsel befinden sich die birnförmigen Ganglienzellen, durch Scheidewände in dorsale und ventrale Gruppen eingetheilt. Deutlicher, wie an den viernervigen Ganglien sind diese Septa insbesondere am unteren Schlundganglion schon im frischen, unversehrten Zustande desselben zu sehen (Fig. 4, r), nicht minder an Durchschnitten, aus denen erhellt, dass jeder selbständigen, einem Nerven entsprechenden Abtheilung der Centralfasermasse auch eine besonders für sich abgegrenzte Gruppe Ganglienzellen entspricht. Die Verlaufsrichtung der dorsalen und ventralen Scheidewände ist sehr regelmässig eine quere; an den Seiten jedoch zerspalten sie sich auf kurze Strecken in mehrere, nicht constante Blätter, um dann in einander überzugehen, wodurch noch besondere Gruppen abgetrennt werden (vgl. d. Horizontalschnitte Fig. 35 u. 36; u. d. senkrecht. Seitenabschnitt Fig. 37)

Mit der weit grösseren Anzahl von Fibrillen, welche im Vergleiche mit den übrigen Ganglien das untere Schlundganglion entsendet, steht die stärkere Entwickelung der beiden Querfaserzüge (Taf. XVII) im Einklang, welche auf Längsschnitten den grössten Theil der einzelnen Abschnitte der Centralfasermasse einnehmen; der obere (l) überwiegt wie auch in den viernervigen Ganglien den unteren bedeutend an Masse und ist zugleich durch die Fortsätze der dorsalen Ganglienzellen (s. ob. pag. 89) ausgezeichnet. Feinere Septa, von der inneren Kapsel ausgehend (Fig. 43, f) sondern diese Fortsätze in einzelne Bündel ab.

Die Längsfaserzüge zeigen ebenfalls dieselbe Anordnung, wie in den viernervigen Ganglien. Indess ist zwischen unterem Gehirntheil und letztem Ganglion ein auffallender Unterschied erkennbar. Das letzte Ganglion nimmt nach hinten zu bedeutend an Dicke ab, und zwar sind es hauptsächlich die Längszüge, welche zwar in der durchschnittlichen Stärke als Commissurenstränge in das Ganglion eintreten, dann aber allmählich dünner werden, um noch vor dem Hinterende des Ganglions zum Theil in die bis jetzt erwähnten dorsalen oder ventralen Zellen, zum Theil in eine unpaare Gruppe birnförmiger Ganglienkörper überzugehen; letztere befindet sich am Hinterende des Ganglions und ist, wenn auch nur durch schwach differenzirte Septa in mehrere kleinere Abtheilungen getheilt, von denen die median liegenden Fortsätze in die Bündel des Faivre'schen Nerven entsenden. Ober und unter ihr befinden sich die hintersten dorsalen und ventralen Gruppen (s. d. senkrecht. Längsschnitt Fig. 42, o).

Anders gestalten sich diese Verhältnisse am Vorderende des unteren Schlundganglions. Es lässt sich zwar hier aus Horizontalschnitten auch ersehen, dass an den Faivre'schen Nerven von einer ähnlichen unpaaren Gruppe birnförmiger Zellen (Taf XVI, Fig. 35, i) Fasern abgehen; der grössere Theil der Fortsätze jedoch richtet sich gegen die medianen Bündel der Hauptstränge.

Ferner behalten die Längsstränge in ihrem Verlaufe nach vorne nahezu die gleiche Dicke bei, um beiderseits über den Schlund in den oberen Gehirntheil zu verlaufen (Fig. 35, c). Hier treten von oben, vorne und den beiden Seiten die Fortsätze gruppenweise angeordneter Ganglienzellen in sie ein (Fig. 39).

Das regelmässige Vorkommen der von Leydig entdeckten, dunkelpigmentirten Zellen (Fig. 39, e), welche beiderseits von besonderen Fächern umschlossen sind, kann ich aus meinen Untersuchungen ebenfalls bestätigen.

Die eben dargelegte Uebereinstimmung des Baues der viernervigen Ganglien mit den beiden Endganglien ist aber nicht nur auf die paarig angelegten Theile be-

schränkt. Insbesondere geht aus dem Verhalten der medianen Zelle deutlich hervor, wie in der That im unteren Schlund- und letzten Ganglion eine Vervielfältigung der Abschnitte eines viernervigen Ganglions durchgeführt ist. Wie hier, so befindet sich auch in den beiden Endganglien an der Ventralseite der Centralfasermasse für jeden Querabschnitt derselben eine mediane Zelle, in Bau und Gestaltung denen der viernervigen Ganglien gleich. Jede hängt mit der nächstfolgenden durch einen kurzen Fortsatz zusammen, und entsendet nach oben, im unteren Gehirntheil reichlicher als in den übrigen Ganglien jene charakteristischen fibrillären Fortsätze, welche sich dem oberen Querfaserzug zuwenden. Ueber diese mediane Zellenkette (s. Fig. 41, 42, n) hinweg läuft das untere mediane Längsbündel, das den grössten Theil seiner Fibrillen von jenen Zellen erhält (vgl. Fig. 43). Die vorderste mediane Zelle sendet vorne am ersten Querfaserzug vorbei Fortsätze nach oben zum oberen Hauptstrang. Die dorsalen «fibrillären» Fortsätze der medianen Zellen gehen, wie in den viernervigen Ganglien in die Elemente der Querfaserzüge über. Ihre Substanz ist doppeltbrechend und lassen sie sich unter dem Polarisationsmikroskop bei gekreuzten Nikols als feine, hellglänzende Linien erkennen, eine Eigenschaft, welche auch den fibrillären Theilästen der Fortsätze der grossen ventralen Ganglienzellen zukommt.

Dasselbe Verhalten zeigt die mediane Zellenkette auch im letzten Ganglion (Fig. 42, n, n'), wobei indess zu bemerken ist, dass eine weit geringere Anzahl dorsal aufsteigender Fortsätze von ihr abgeht, im Einklang mit der geringeren Masse der in den einzelnen Centralabschnitten untereinander in Wechselbeziehung stehenden Fibrillen.

B. Vom sympathischen Nervensystem.

Das mikroskopische Geflecht, welches der Sympathicus in der Magen-Darmwand bildet (S. ob. pag. 13 und 14, ferner pag. 36 und 56), zeigt seine zelligen Elemente einzeln in letzterer zerstreut. Diese Zellen sind theils birnförmig, in welchem Falle sie nur einen Fortsatz aussenden, der sich nicht weiter theilt, theils verästelt, um unter sich oder mit Nervenstämmen in Verbindung zu treten.

Nachdem bereits durch Faivre diese Verhältnisse in so ausgezeichneter Weise erforscht sind, möchte es vielleicht überflüssig erscheinen, wenn ich sie hier neuerdings darzulegen versuche, so wie ich aus meinen eigenen Untersuchungen eine Anschauung genommen habe. Indess geschieht diess hauptsächlich, um die Resultate der Faivre'schen Untersuchungen, soweit es die direkte Verbindung zwischen

Zelle und Nervenfaser betrifft, zu bestätigen und sei hier, da überdiess bereits oben diese Elemente erörtert wurden, nur das Wesentlichste hervorgehoben.

Der Zusammenhang zwischen Zelle und Faser geschieht, wie erwähnt, stets unmittelbar und zwar scheint mir besonders bemerkenswerth, dass ungemein häufig von einer unipolaren Zelle der Fortsatz in einem Nervenstamm eintritt (Taf. IX.) in dem er auf eine lange Strecke ungetheilt verfolgt werden kann. Allerdings kann ich nicht angeben, wie er sich im Weiteren verhält, und ob nicht eine Zerspaltung eintritt, die bei dem äusserst unsicher differenzirten und wenig selbständigen Ansehen der Fasern eines Nervenastes sehr wahrscheinlich ist. Indess ist an dem Zellfortsatz keine Theilung zu beobachten, seine Substanz erscheint flüssig, enthält Körnchen, und ist die unmittelbare Fortsetzung des Zellprotoplasmas.

Ausser diesen unipolaren Formen finden sich die manigfachsten bi- und multipolaren. Von den bipolaren lässt sich nicht selten der eine Fortsatz in seinem pheripheren Verlauf zu Muskeln verfolgen; der andere geht gewöhnlich in einen Nerven über.

Die multipolaren senden die meisten Fortsätze anderen Zellen zu. Zuweilen liegen ganz nahe beisammen mehrere grossen Zellen, durch Fortsätze untereinander verbunden, und nicht selten kommt es vor, dass zwei Zellen mit einander verschmolzen sind (Fig. 24—27.) Die übrigen Fortsätze gesellen sich den Nerven bei. Unklar ist mir die Art des Zusammenhangs zwischen Zelle und Faser in einem öfter beobachteten Fall (Fig. 23), wo der Zellkörper im Theilungswinkel eines Nervenastes liegt, wobei ich nie einen von der Zelle ausgehenden Fortsatz sehen konnte.

V. Schlussbemerkung.

Bei einem Ueberblick über den im Vorigen entwickelten Bau der Ganglienkette des Blutegels fällt die Uebereinstimmung in ihrer Gliederung mit der des peripherischen Nervensystems auf.

Jedem Nerven des Bauchmarks entspricht ein besonderer Abschnitt der Centralfasermasse der den Zusammenhang desselben mit dem gesammten Centralnervensystem vermittelt; und zwar entspringt immer nur ein Nerv aus einem solchen centralen Abschnitt.

Werden vier solche Centren mitsammen vereinigt gedacht, so dass nach den beiden Seiten hin je zwei Nerven abgehen, ferner die am Vorder- und Hinterende eintretenden Commissurenstränge eingefügt, überdiess die dorsalen und ventralen Ganglienzellengruppen ergänzt, so entsteht das Bild eines viernervigen Ganglions. Der einzelne Abschnitt ist aber jetzt zu einem complizirteren Organ geworden; die Masse der von anderen Ganglien in den Commissuren hinzugetretenen Fibrillen und die nothwendigen wechselseitigen Beziehungen der paarigen Theile zu einander steigern die Mannigfaltigkeit der in ihm geforderten Verbindungen in eben dem Verhältnisse, als in der gesammten Ganglienkette der einzelne Centralabschnitt allen übrigen gegenübersteht.

Diess hat zur Folge, dass das Bild eines Centraltheiles als ein dem zugehörigen Nerven eigenes Centrum wesentlich zurücktritt; es ist nur ein kleiner Theil der oberen und unteren Nervenwurzel der mit einigen Zellen der dorsalen und seitlichen ventralen Gruppe in Zusammenhang steht, ohne dass sich dabei weitere Verknüpfungen seiner Fibrillen mit anderen Gebieten des Centralorganes nachweisen liessen. Hiebei ist indess zu bemerken, dass sich dieser Zusammenhang nicht auf eine Zelle zurückführen lässt; die Verbindung ist durch Knotenpunkte (pag. 36; 84) vermittelt und begreift mehrere Zellen in sich.

Eine Verbindung zwischen Nervenfibrillen und den Fortsätzen einer einzigen Zelle, welch' letztere so ein Centralorgan einfachster Art vorstellte, lässt sich überhaupt nicht wohl in der Ganglienkette auffinden; immer sind es mehrere Zellen zugleich, deren gleichartige Anordnung und Verbindung auf ihre Zusammengehörigkeit hindeutet. Nur das sympathische Nervensystem hat ein Beispiel für einen solchen einfachsten Zusamenhang zwischen centraler Ganglienzelle und Peripherie aufzuweisen: den zuweilen vorkommenden Fall, wo von einer Zelle ein Fortsatz ausgeht, der in seinem Verlaufe sich theilt, um einerseits Muskeln, andererseits der Schleimhaut des Darmrohres sich zuzuwenden.

Bei weitem der grösste Theil eines jeden Ganglienabschnittes dient demnach zur Vermittelung seines Zusammenhanges mit dem übrigen Nervensystem, und wurde die hiedurch bedingte Complikation im Vorigen in die dort näher erörterten Fasersysteme aufgelöst; der obigen Darlegung ist zu entnehmen, wie einmal die Verbindung der beiden Ganglienhälften einen bedeutenden Fibrillencomplex erheischt, und ferner, wie die weit ansehnlichere, den Commissuren angehörige Fibrillenmasse jeden Centralabschnitt in Beziehung zum gesammten übrigen Nervensystem setzt.

Zu letzterem sei noch Folgendes bemerkt. Von den Commissurenbündeln treten nicht alle in Zusammenhang mit dem centralen Abschnitt, sondern nur die mehr im Inneren gelegenen. Von den übrigen laufen die peripherischen, in radiären Fächern liegenden ununterbrochen durch das Ganglion; ein anderer Theil steht unmittelbar mit den grossen ventralen Ganglienzellen in Verbindung. Durch diese Einrichtung wird bei ihrer durchweg eingehaltenen Gleichartigkeit der Zusammenhang jedes Ganglions mit allen übrigen vermittelt und ist die hier in Beziehung tretende Gruppe der mittleren ventralen grossen Zellen schon durch ihre Anordnung den übrigen Zellen gegenübergestellt.

Während diese sich in ihren paarigen dorsalen und ventralen Gruppen den paarigen Nervenwurzeln zugesellen, bilden jene ventralen Zellen, deren Fortsätze in die Bahn der beiden Commissurenstränge übergehen, eine unpaare Gruppe, woraus sich vermuthen lässt, sie möchte den paarigen Bündeln der Hauptstränge als gemeinsamer Zellencomplex angehören.

Indess sind es noch weitere anatomische Verhältnisse, welche den Gedanken nahe legen, dass überhaupt die birnförmige Ganglienzelle im Bauchmark nicht als ein einzelnes für sich selbständiges Centrum anzusehen sei. Denn wenn auch die im Vorigen erörterten Verbindungen sich auf einzelne Fibrillen zurückführen lassen, so sind sie doch in den meisten Fällen nicht darauf beschränkt, sondern umfassen

eine grössere Anzahl Fibrillen, welche unter Vermittelung von Knotenpunkten dieselben gleichartigen Verhältnisse erkennen lassen. So zeigt sich beispielsweise an den dorsalen Zellen eine auffallende Uebereinstimmung in dem weiteren Verlaufe ihrer Fortsätze. Dazu kommt noch der Umstand, dass zuweilen eine Verschmelzung von Fibrillen eintritt.

Dienen demnach die durch die Neurilemmwände zu einer Gruppe vereinigten Zellen gleichen Beziehungen, so möchte sich im Hinblick auf das eben Dargelegte die Folgerung ergeben, dass eine solche einzelne Gruppe nicht einen Complex verschiedenartiger selbständiger Zellen, sondern eine Summe zusammengehöriger Ganglienkörper darstellt. Es entsprechen so im Allgemeinen die Gruppen der dorsalen und seitlichen ventralen Zellen den Centralstätten mit denen nur der dem betreffenden Ganglion zugehörige Körperabschnitt in Beziehung tritt, — die mittleren, ventralen Zellen aber wären der Centraltheil, durch den das Gebiet des Ganglions mit denen der übrigen im Zusammenhang steht.

Diese letztgenannte Verbindung zwischen den einzelnen Ganglien durch die ventrale Zellengruppe kann jedoch immer nur zwischen zwei Ganglien in der Art Statt finden, dass die von einem Ganglion kommende Fibrille in einem anderen endigt, und zwar ist sie hauptsächlich zwischen dem unteren Schlundganglion, dem mittleren Ganglion und dem letzten vermittelt, wie sich aus der stärkeren Entwickelung ihrer ventralen Gruppen entnehmen lässt. Für den Zusammenhang mehrerer Ganglien bilden die Knotenpunkte die Zwischenglieder, von denen aus im Weiteren durch die Querfaserzüge ein Connex zwischen beiden Hälften zu Stande kommt. Vervollständigt wird letzterer noch durch die Einschaltung der »medianen Zellenkette«, deren anatomische Verhältnisse überdiess zur Annahme berechtigen, dass durch sie zugleich auch alle Ganglien zu einander in Beziehung gesetzt sind.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1.

Kopfende von Hirudo medic. Das Thier ist durch einen ventralen Längsschnitt geöffnet. Das Bauchgefäss ist wegpräparirt. ($^6/_1$)

a. Unteres Schlundganglion.
a_1 a_2 a_3 Zweites, drittes und viertes Ganglion;
b. b_1 Die Commissuren zwischen diesen.
c. Die Nerven des unteren Schlundganglion.
d. Die Nerven der übrigen Ganglien.
e_1 Der obere, (dorsale) unpaare Kiefer.
e_2 u. e_3 Die beiden unteren Kiefer.
f. Die inneren Ränder der Kiefer, welche sich in den Ösophagus (g) fortsetzen.
g. Darmtractus.
h. Erweiterung desselben zum vordersten Blindsack.
i. Muskeln der unteren Kiefer.
k. Muskeln, welche sich am ersten Abschnitt des Magendarmes ansetzen.

Fig. 2.

Kopfende von Hirudo med. Lage wie in Fig. 1. Der Schlundring ist durch Entfernung der Kiefer und eines Theiles des Ösophagus freigelegt. Die Ganglienkette ist noch vom Bauchgefässe umhüllt. ($^6/_1$)

a. Unteres Schlundganglion.
a_1 a_2 a_3 Die nächsten Ganglien.
b. b_1 Commissuren.

c. Die Nerven des unteren Schlundganglions.
d. Die Nerven der übrigen Ganglien.
e. Schnittfläche des Magens.
f. Schnittfläche der Kiefermuskeln.
g. Muskeln des Magendarmes (1. Abschn.).
h. Magen.
i. Oberes Schlundganglion.
k. Nerven desselben.
l. Schnittfläche der Haut.
m. Leibesringe.

Fig. 3.

Schema des Centralnervensystems von Hir. med. Die Nerven der Schlundganglien und des letzten Ganglions sind nicht dargestellt. ($^2/_1$)

a. Oberes Schlundganglion, mit
b_1 dem unteren zum Schlundring vereinigt.
b_2 — b_{23} die übrigen Ganglien.
c. Die Commissuren.

Tafel II.

Fig. 4.

Der Nervenschlundring mit seinen accessorischen Ganglien, und dem zweiten Ganglion. ($^{40}/_1$)

A. Oberes,
B. Unteres Schlundganglion.
C. Zweites Ganglion.
I—IV. Die Nerven des oberen Schlundganglions.
V. Der aus der Commissur entspringende Nerv.
VI—X. Die Nerven des unteren Schlundganglions.
a. Neurilemmscheidewand zwischen beiden Hälften des obern Schlundganglions.
b. Längsfaserzug.
c. Die Fächer für die Ganglienzellengruppen.
d. I. accessorisches Ganglion.
e. Ganglienzellen im Verlaufe des IV. Nerven.
f. II., g. III. accessorisches Ganglion.
h. Gangliöses Geflecht des zweiten accessorischen Ganglions.
i_1 — i_3 Aus dem IV. Nerven abzweigende Fasern.
k. Commissur zwischen beiden Schlundganglien.
l. Obere,
m. untere Wurzel des V. Nerven.

n. Querfaserzüge zwischen beiden Hälften des unteren Schlundganglions.
o. Medianer Längsstrang.
p. Unpaare vorderste Gruppe von Ganglienzellen.
q. Centralfasermasse.
r. Scheidewände zwischen den Ganglienzellengruppen.
s. Nervenwurzeln.
t. Aeussere Kapsel.
u. Commissur zwischen dem Ganglion infraösoph. und dem 2. Bauchganglion.
u_1 Zweite Commissur.
v. Nerven des 2. Ganglions.
w. Ganglienzellen.

Fig. 5.

Die beiden letzten Ganglien. ($^{40}/_1$)

A. Vorletztes, B. Letztes Ganglion.
a. Abtheilungen der äusseren Kapsel für die Ganglienzellen.
b. Neurilemmscheidewände.
c. Ganglienzellen.
d. Centralfasermasse.
e_1 e_2 Ursprünge der Nerven (f).
g. Hinterste unpaare Gruppe von Ganglienzellen.
h. Medianer Längsstrang.
i. Commissur.
k. Aeussere Kapsel.

Tafel III.

Fig. 6.

Ventrale Ansicht eines der mittleren Ganglien. ($^{40}/_1$)

a. Ganglienzellen.
b. Centralfasermasse.
c. Commissuren.
d. Medianer Längsstrang.
e. Nerven.
f. Aeussere Kapsel.
g. Leydig'sche Zelle.
h. Quere unpaare Scheidewand.
i. Paarige Scheidewände.
k. Dieselben zwischen den Ursprüngen der beiden Nerven.
l. Einstülpung des Neurilemms an der Ansatzstelle der Bauchgefässwand.

Fig. 7.

Dorsale Ansicht eines der mittleren Ganglien.

a—f. (S. Fig. 6.)

Tafel IV.

Fig. 8.

Ein Ganglion aus der Mitte der Ganglienkette im ventralen Blutgefässe. ($^{40}/_{1}$).

a. Gefässwand.
b. Pigmentzellen desselben.

Fig. 9.

Theilungsstelle eines Nerven, mit eingelagerten Ganglienzellen.
(Nach einem Schnitt gez.) ($^{500}/_{1}$).

a. Neurilemm.
b. Nervenfasern (Fibrillenbündel).
c. Neurilemmscheidewände zwischen den einzelnen Fasern.
d. Theilung einer Nervenfaser.
e. Ganglienzellen.

Tafel V.

Fig. 10.

Ganglienzellen aus dem Bauchmark; nach einem möglichst frischen Präparat gez. ($^{1000}/_{1}$).

a. Protoplasma.
b. Kern.
c. Kernkörperchen.
d. Membran des Kerns.
e. Fortsatz mit daranhängender körnig-fibrillärer Zwischensubstanz (f).
g. Eine kleinere längliche Zelle.

Fig. 10 a.

Durchschnitt durch den Kern einer Ganglienzelle, (senkrecht auf die Oberfläche des Kernkörperchens geführt). (Vergl. pag. 28.)

Fig. 10 b.

Seltenere Form des Kernkörperchens.

Fig. 11.

Ganglienzellen durch das körnig-fibrilläre Gewebe untereinander verbunden.
Nach einem frischen Präparate. ($^{1000}/_{1}$).

Fig. 12.

Bauchmarksnerv in seiner peripheren Verzweigung (Theilung der Fächer.)

Nach einem frischen Präparat gez. ($^{250}/_{1}$).

a. Neurilemm.
b. Nervenfaser.
c. Einzelne abzweigende Nervenfaser.
d. Scheidewände zwischen den einzelnen Fasern.

Fig. 13.

Schema eines Nervenastes.

a. Scheidewände zwischen den Nervenfasern.
b. Nervenfaser.

Tafel VI.

Fig. 14.

Eine Commissur; am unteren Ende der Uebergang in das Ganglion.

a. Neurilemm.
b. Fetttropfen } im Neurilemm.
c. Spindelzellen } im Neurilemm.
d. Elastische Fasern } im Neurilemm.
e. Fibrillenbündel der Verbindungsstränge.
f. Medianer Längsstrang (intermed. Nerv).
g. Uebergang desselben in einen der beiden Verbindungsstränge.
h. Zerfall der Verbindungsstränge in grössere Bündel beim Eintritt in das Ganglion.

Tafel VII.

Fig. 15.

Querschnitt durch eine Commissur und das umhüllende Blutgefäss (senkrecht auf die Längsachse). ($^{300}/_{1}$). (S. pag. 78, Anm.)

a. Schwach differenzirte Bindegewebsfasern der Wandung des Bauchgefässes.
b. Pigmentzellen in derselben.
c. Blutgerinnsel im
d. Lumen des Blutgefässes.
e. Neurilemm der Commissur.
f. Die beiden Verbindungsstränge.
g. Der mediane Längsstrang (intermed. Nerv.).
h. Fortsätze des Neurilemms in das Innere der Verbindungsstränge.
i. Fibrillen-Bündel.

Fig. 16.

Querschnitt durch eine Commissur mit dem umhüllenden Blutgefässe an der Austrittsstelle aus einem Ganglion. ($^{300}/_1$).

a.—i. Bezeichnung wie in Fig. 15.
k. Anfangsstück der dorsalen Verbindung zwischen beiden Kapseln.

Tafel VIII.

Fig. 17, 18 & 19.

Die Verbindungsart der Fibrillen in der Centralfasermasse durch Knotenpunkte.

(Nach Zerzupfungspräparaten gez. die aus Durchschnitten angefertigt wurden.) ($^{1200}/_1$).
(Vgl. pag. 30, 36, 84.)

a. Fibrillen.
b. Verbindungsstellen derselben (Knotenpunkte).
c. Netzförmig erscheinende Massen derselben.
d. Parallele Anordnung in gleichartigen Gebieten der Centralfasermasse.
e. Molekuläre Substanz in den Zwischenräumen.

Fig. 20.

Zwischensubstanz zwischen zwei Ganglienzellen. (Zu Fig. 10 & 11 gehörig). ($^{1000}/_1$).

Tafel IX.

Fig. 21. & 22.

Aus dem sympathischen Ganglienplexus in der Magenwand von Hirudo med.

Nach einer Beobachtung am lebenden Thiere gez. ($^{1000}/_1$).

a. Ganglienzelle.
b. Kern.
c. Kernkörperchen.
d. Strukturlos erscheinende Hülle.
e. Fortsätze, in Fig. 21 theils in den grösseren Nervenstamm (f), theils in einen Muskel (i) übergehend.
g. Nervenfasern des grösseren Stammes f.
h. Einzeln abzweigende Nervenfasern.
i. Muskel.
k. Austritt des Protoplasmas aus den abgerissenen Fortsätzen (e).
l. Ansatzstelle des Fortsatzes.

Tafel X.

Fig. 23 — 27.

Verschiedene Formen sympathischer Ganglienzellen.

Fig. 28.

Senkrechter in der Medianlinie geführter Längsschnitt durch das obere (unpaare) Kiefer und das hinter ihm liegende obere Schlund- und Kieferganglion.

A. Oberes Kiefer.
B. Gangl. supraösoph.
C. Unpaares Kieferganglion.
a. Zähne. b. Muskelbündel im Längschnitt.
c. Muskelbündel im Querschnitt.
d. Epithel des Schlundes.
e. Ganglienzellen.
f. Centralfasermasse.

Fig. 29.

Senkrechter Längsschnitt durch die 4 letzten Ganglien in situ zur Veranschaulichung der Verschiebung der Ganglien zu einander im zusammengezogenen Thiere. Die untere und hintere Verlängerung der Saugscheibe ist weggeschnitten.

A. Saugscheibe.
B. Ventrale Leibesringe des Thieres.
C. 20tes, D 21tes, E 22tes, F 23tes (letztes) Ganglion.
a. Commissur, bei b wegen der durch die Contraktion des Thieres verursachten Krümmung schief durchschnitten.
c. Die pigmentirte Wandung des Blutgefässes.
d. Längsmuskelfasern, welche sich zum Theil an der Wand des Blutgefässes inseriren.
e. Muskelbündel im Querschnitt.
f. Epithel.

Tafel XI.

Fig. 30.

Senkrechter Querschnitt durch eines der mittleren viernervigen Bauchganglien, der dasselbe in eine vordere und hintere Hälfte theilt. ($^{300}/_1$).

(S. pag. 70, Anm. — Ferner Fig. 17, 18 u. 19.)

Fig. 30 a. Umriss-Zeichnung hiezu.

A. Dorsale,
B. Ventrale mittere,
C. Ventrale seitliche
} Ganglienzellengruppen.

D. Centralfasermasse.
E. Nerv.
a. Aeussere Kaspel.
b. Dorsale Verbindung zwischen innerer und äusserer Kapsel.
c. Innere Kapsel (Umhüllung des oberen Hauptstranges.)
d. Ihre Fortsetzungen zwischen die Bündel des letzteren.
e. Umhüllung des unteren Hauptstranges durch die innere Kapsel.
f. Ventrale paarige Neurilemmscheidewand.
g. Fortsetzung der inneren Kapsel auf die Nervenwurzel (ventral).
h. Dessgl. dorsal.
i. Fortsetzung der innern und k. der äusseren Kapsel zwischen die Fibrillenbündel der Nervenwurzel.
l. Dorsale Umbiegungsstelle der äusseren Kapsel in die innere.
m. körnig-fibrilläres Zwischengewebe zwischen den Ganglienzellen.
n. Eintrittssteile der dorsalen,
o'. der ventralen seitlichen Ganglienzellenfortsätze in die innere Kapsel.
p. Eintrittsstelle der Fortsätze der mittleren ventralen Zellen.
q. Dessgl. unter dem obern Querfaserzug.
r. Dessgl. ober letzterem.
s. Oberer, t. Unterer, u. Mittlerer } Hauptstrang.
v. Deren Fibrillenbündel.
w. Oberer, w1 Unterer } Querfaserzug. (S. nächste Figur.)
x. Oberes, y. Mittleres, z. Unteres } Bündel des medianen Längsstranges.
5 Obere, 6 Untere } Nervenwurzel.

Tafel XII.

Fig. 31.

Senkrechter Querschnitt durch ein (viernerv.) Bauchganglion, welcher dessen vordere oder hintere Hälfte quer halbirt. ($^{400}/_{1}$. S. pag. 69, u. 70 Anm. 1.)

A—E, a—o' bezeichnen Dasselbe wie in Fig. 30.
o. Mediale Eintrittstelle der Fortsätze der seitlichen ventralen Zellen in die inneren Kapsel.
p. Eintrittsstelle des obern seitlichen Fortsatzes der medianen Zelle.
q., r. Einbiegung der inneren Kapsel zur Umhüllung der Querfaserzüge.
s—z bezeichnen Dasselbe wie in Fig. 30.
1. Mediane Ganglienzelle.
2. Kern derselben.
3. Oberer, 4. Unterer seitlicher Fortsatz.
5. Obere, 6. Untere Nervenwurzel.

Tafel XIII.

Fig. 32.

Senkrechter Längsschnitt durch eines der mittleren Bauchganglien, etwas neben und parallel der Medianlinie im ventral. Blutgefässe. $^{500}/_{1}$

(S. folg. Figur.)

Tafel XIV.

Fig. 32 a.

Schemat. Umrisszeichnung zu Fig. 32, Taf. XIII.

(S. pag. 69, Anm. 1.)

A. Ganglion.
B. Commissur.
C. Wandung des ventralen Blutgefässes.

a. Innerste Bindegewebsschichte
b. Längsmuskelschichte
c. Schwach entwickelte Ringmuskelschichte
d. Pigmentzellenschichte
e. Lockere äussere Bindegewebsschichte
} der Wandung des Blutgefässes.

f. Raum zwischen Blutgefäss und Ganglion.
g. Blutgerinnsel.
h. Neurilemm der äusseren Kapsel.
i. Unpaare Scheidewand.
k. Stärkere Fortsetzung des Neurilemms der äusseren Kapsel zwischen die Fibrillenbündel.
l. Scheidewände zwischen den letzteren.
m. Innere Kapsel (dorsale Umhüllung des oberen Hauptstranges).
n. Innere Kapsel.
o. Dorsale Ganglienzellengruppe in ihrer medialen Partie noch vom Schnitt getroffen.
p. Vordere
q. Mittlere
} ventrale Zellengruppe.
r. Mediane Ganglienzelle.
s. Gegen die Commissuren gerichteter Pol derselben.
t. Begrenzung des centralen Raumes durch die innere Kapsel.
u. Oberer Hauptstrang.
v. Mittlerer
w. Unterer
} medianer Längstrang.
x. Oberer
y. Unterer
} Querfaserzug.
z. Trennung der vorderen und mittleren ventralen Zellengruppe durch die hier stärker entwickelte Zwischensubstanz.
α. Dorsale
β. Ventrale
} Seite des Ganglions.
γ. Hinterende.
δ. Vorderende.

Tafel XV.

Fig. 33.

Horizontalschnitt durch die dorsale Hälfte eines der mittleren Bauchganglions, etwa bis zur Höhe des oberen Querfaserzuges. ($^{250}/_{1}$.)

A, B Ganglienzellen (dors.).
C. Centralfasermasse;
D. Commissuren.
E. Nerven.

a. Aeussere Kapsel;
b. mediale, c. laterale Fortsetzung derselben als innere Kapsel auf den oberen Hauptstrang.
d. Umhüllung der Centralfasermasse durch die innere Kapsel zwischen beiden Nerven.
e. Verstärkung der Scheidewände zwischen den Fibrillenbündeln der Commissuren durch die äussere Kapsel beim Eintritt der Commissuren; — f. dessgleichen an den Nerven.
g. Oberer Querfaserzug.
h. Hauptstrang (oberer).
i, k und l Faserbündel desselben in die Bahn des Nerven direkt abzweigend.
m. Medianer Längsstrang.
n. Querschnitte der aufsteigenden Fortsätze mittlerer ventraler Zellen.
o. Seitlich liegende (Leidig'sche) Zelle.
p. Spindelzellen im Gewebe der äusseren Kapsel.

Fig. 34.

Horizontalschnitt durch die ventrale Hälfte eines der mittleren Bauchganglien; in der Höhe der medianen Ganglienzelle. ($^{250}/_{1}$.)

A, B Ganglienzellen (ventrale seitl.)
C. Centralfasermasse.
D. Commissuren.

a. äussere Kapsel.
b. mediale, c laterale Wand der inneren Kapsel. d. seitl. ventr. Scheidewand zum Theil vom Schnitt getroffen.
e. Verstärkung der Neurilemmfächer in den Commissuren beim Eintritt in das Ganglion.
f. Eintritt der Ganglienzellenfortsätze in die innere Kapsel.
g. Medianer Längsstrang (unteres Bündel) durch das Ganglion hindurchziehend (h).
i. Der in die Commissuren verlaufende Fortsatz der medianen Zelle (k), zum Theil in das untere mediane Längsbündel übergehend.

l. Verbindung der beiden medianen Zellen.
m. Spindelzellen in der äusseren Kapsel.

Tafel XVI.

Fig. 35.

Horizontalschnitt durch beide Schlundganglien (über den Nervenursprüngen). Innerhalb des Schlundringes ist der Oesophagus vom Schnitt getroffen. ($^{150}/_{1}$)

A. Oberes } Schlundganglion.
B. Unteres }
C. Oesophagus.

a. Lumen des Oesophagus, Blutgerinnsel enthaltend.
b. Muskeln der Kiefer (Querschn.)
c. Längsfaserzüge der Centralfasermasse, zum Theil den Schlund umkreisend (d).
e. Medianer Längsstrang.
f. Ganglienzellengruppen;
g. Scheidewände der äusseren Kapsel (h) zwischen ihnen.
i. Vordere unpaare Zellengruppe.

Fig. 36.

Horizontalschnitt durch beide Schlundganglien, weiter dorsal über den vorigen (Fig. 35) geführt. Das umhüllende Blutgefäss und zum Theil die Schlundmuskeln sind beibehalten.

A, B, C, a und b bezeichnen dasselbe, wie in Fig. 35.
c. Dorsal über den Schlundring zu den Kiefern tretende Muskeln.
d. Querschnitte von Muskelbündeln.
e. Wandung des umhüllenden Blutgefässes.
g. Scheidewände der äusseren Kapsel (h) für die Zellgruppen (i).

Fig. 37.

Senkrechter seitlich geführter Abschnitt durch das untere Schlundganglion ($^{220}/_{1}$.)

a. Aeussere Kapsel;
b. deren Scheidewände zwischen den Ganglienzellengruppen (c).
d. Commissur zum oberen Schlundganglion.
e. Nerv.

Fig. 38.

Querschnitt des oberen Querfaserzuges (aus einem senkrechten Längsschnitt, (Taf. XIII, x). $^{950}/_{1}$).

u, n bezeichnen Dasselbe, wie in Fig. 32.
n. Feinere Fortsätze der inneren Kapsel zwischen die Fasern (x) des Querfaserzuges.
z. Die aufsteigenden fibrillären Fortsätze der medianen Zelle. (S. p. 35, 90.)

Fig. 39.

Horizontalschnitt durch das obere Schlundganglion.

a. Aeussere Kapsel;
b. dessen Fortsätze zwischen die Zellgruppen (c).
d. Centralfaserzug.
e. Seitliche stark pigmentirte (Leydig'sche) Ganglienzellen.

Fig. 40.

Längsschnitt durch eine Commissur. (S. pag. 53.)

a. Neurilemm;
b. dessen Längsscheidewände zwischen den Fibrillenbündeln (c).
d. Ganglienzellenähnlicher Körper im Inneren der Commissur;
e. Kern.
f. Fortsatz.

Tafel XVII.

Fig. 41.

Senkrechter Längsschnitt durch das untere Schlundganglion, etwas neben der Medianlinie geführt. ($^{300}/_{1}$)

Fig. 41 a. Umrisszeichnung.

A. Dorsale, B ventrale Zellengruppen.
C. Commissur.

a. Aeussere Kapsel;
b. deren dorsale, (c ventrale) Querscheidewände, welche sich an die entsprechende dorsale (e) (und ventrale f) Wand der inneren Kapsel ansetzen.
d. Zertheilung der Commissurenbündeln in stärkere Stränge vor dem Eintritt.
g. Umhüllung der Querfaserzüge durch die innere Kapsel.
h. Oberer Hauptstrang.

i. Mittleres
k. Unteres } medianes Längsbündel.

l. Oberer
m. Unterer } Querfaserzug.

n. Mediane Zellenkette.

n' Vorderste mediane Zelle, von der in den unteren (o), und mittleren (q) medianen Strang Fasern abgehen.

p. Fibrillen der vordersten medianen Zelle für den oberen Hauptstrang.

r. Fortsatz zur nächsten Zelle.

s. Ganglienzellenähnlicher Körper im Centrum der Commissur.

Tafel XVIII.

Fig. 42.

Senkrechter Längsschnitt durch das letzte Ganglion und einen Theil des vorletzten (im Bauchgefässe). ($^{300}/_{1}$)

A. Blutgefäss.

B. Letztes Ganglion.

C. Commissur zwischen ihm und dem vorletzten Ganglion (D.)

a. Aeussere Kapsel mit ihren Scheidewänden (b, c).

d. Zertheilung der Commissurenbündel.

e. Dorsale, f ventrale Wandung der inneren Kapsel.

g-n bezeichnen Dasselbe, wie in Fig. 41.

n' Letzte mediane Zelle.

o. Hinterste unpaare Ganglienzellengruppe.

p. Gewebe der Blutgefässwand.

Fig. 43.

Senkrechter Längsschnitt durch das Vorderende des unteren Schlundganglions. (Schnitt wie in Figur 41.) Von nervösen Elementen sind nur die medianen Zellen und der untere mediane Längsstrang gezeichnet. (Schem.)

a. Aeussere Kapsel;

b. deren dorsale,

c. deren ventrale Scheidewände, welche sich an die innere Kapsel (d. und e.) dorsal und ventral ansetzen.

d. Dorsale Wand der inneren Kapsel, welche zwischen die Querfaserzüge Fortsätze (f) sendet. (Vgl. Fig. 38 n.)

g. Querwände zwischen den einzelnen Abschnitten der Centralfasermasse.

h. Mediane Zelle.

i. Deren Fortsatz zur nächsten Zelle.

k. Aufsteigende verästelte Fortsätze am vorderen und hinteren Pol.

l. Dorsale fibrilläre Fortsätze.

m, n, o Bündel des medianen unteren Längsstranges.

Fig 1.

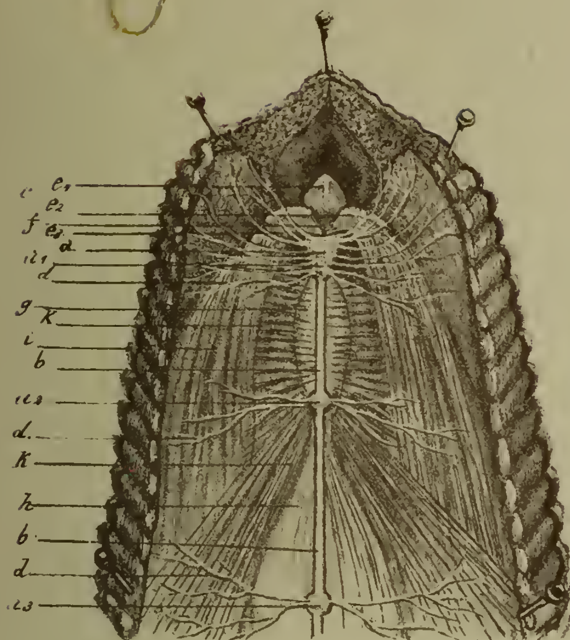


Fig 2.

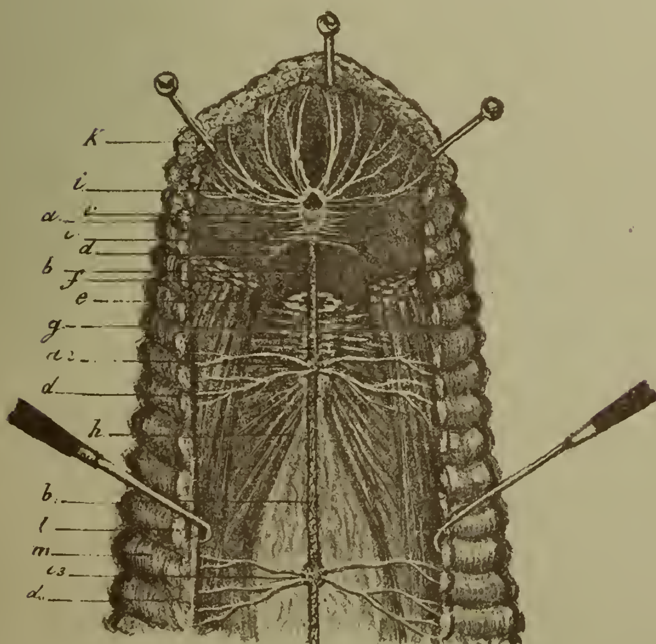
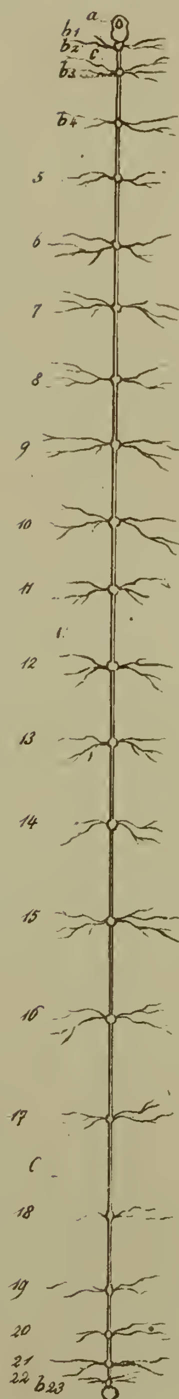


Fig 3.



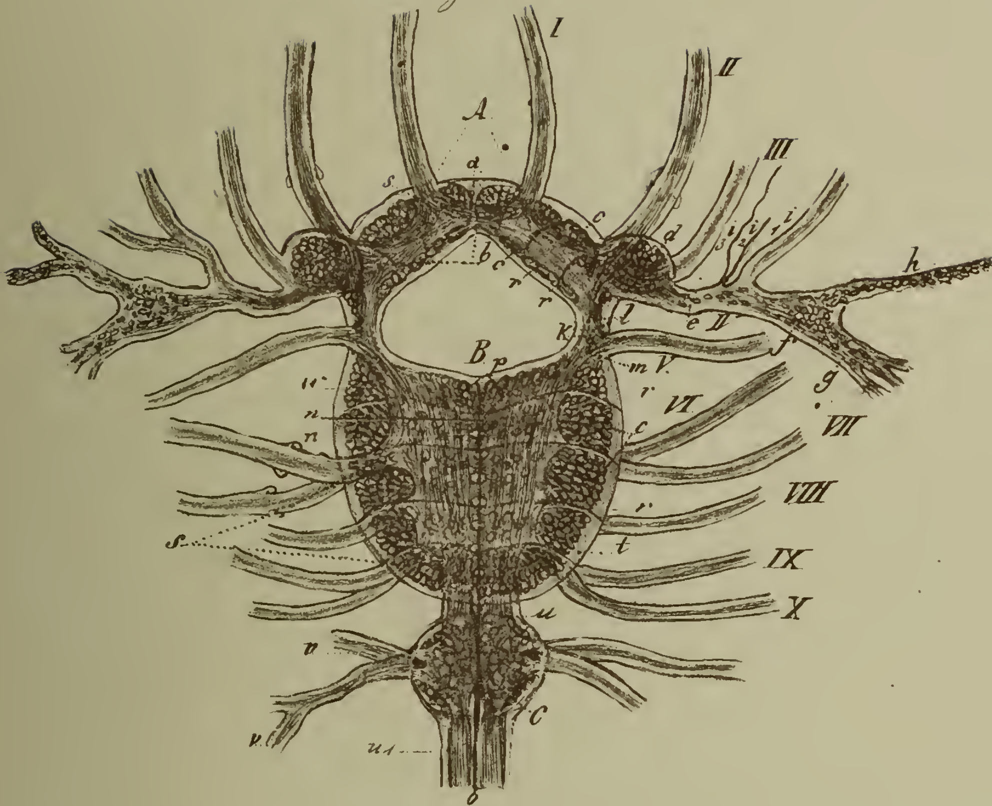

I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
A
a
b
c
d
e
f
g
h
i
k
l
m
n
p
r
s
t
u
v
B
C
o

Fig. 4.

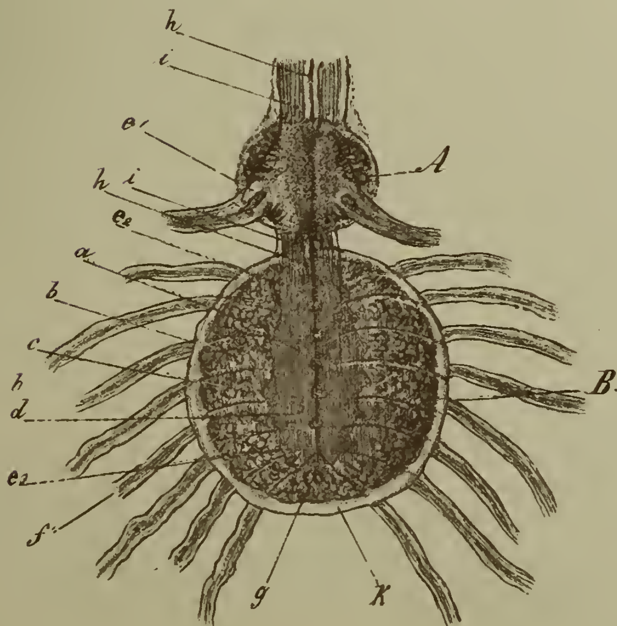

h
i
A
a
b
c
d
f
g
k
B

Fig. 5.

Fig. 6

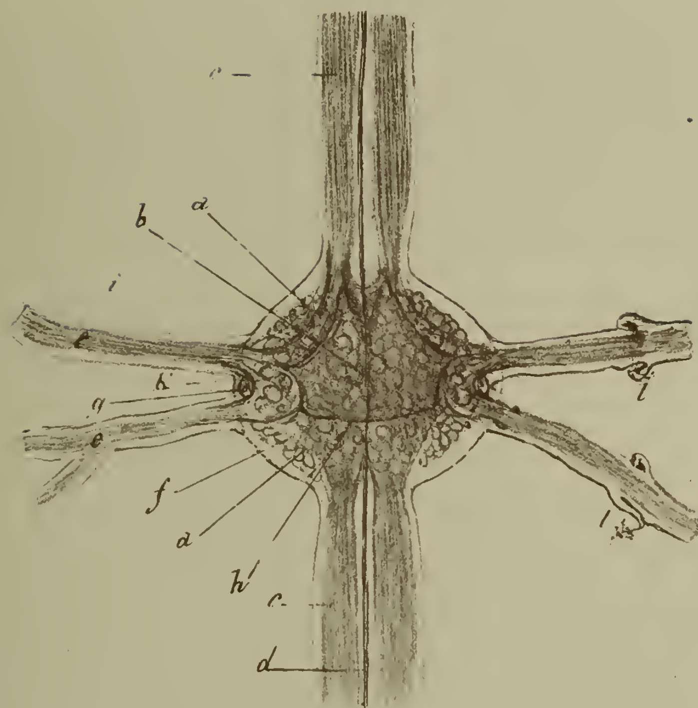


Fig. 7

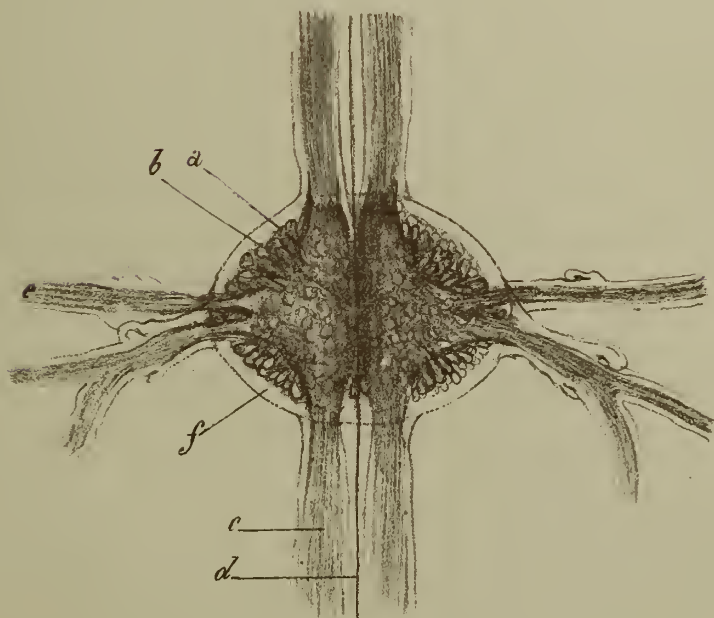


Fig. 8.

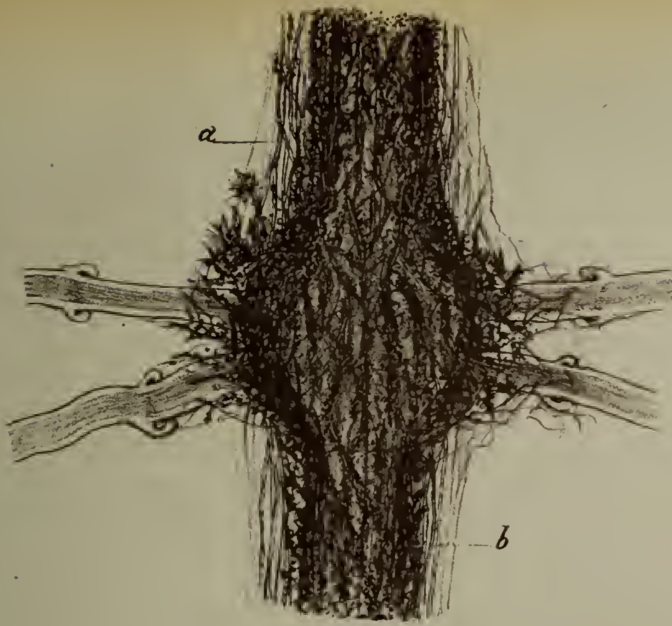


Fig. 9.

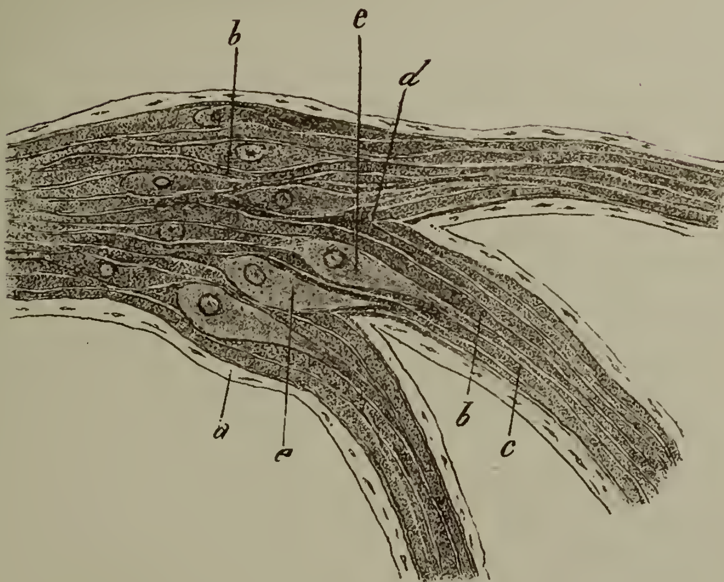


Fig. 10



Fig. 11

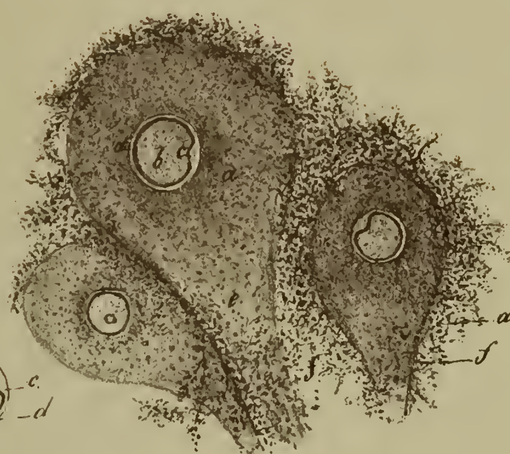




Fig. 10 b



Fig. 10 a

Fig. 12.

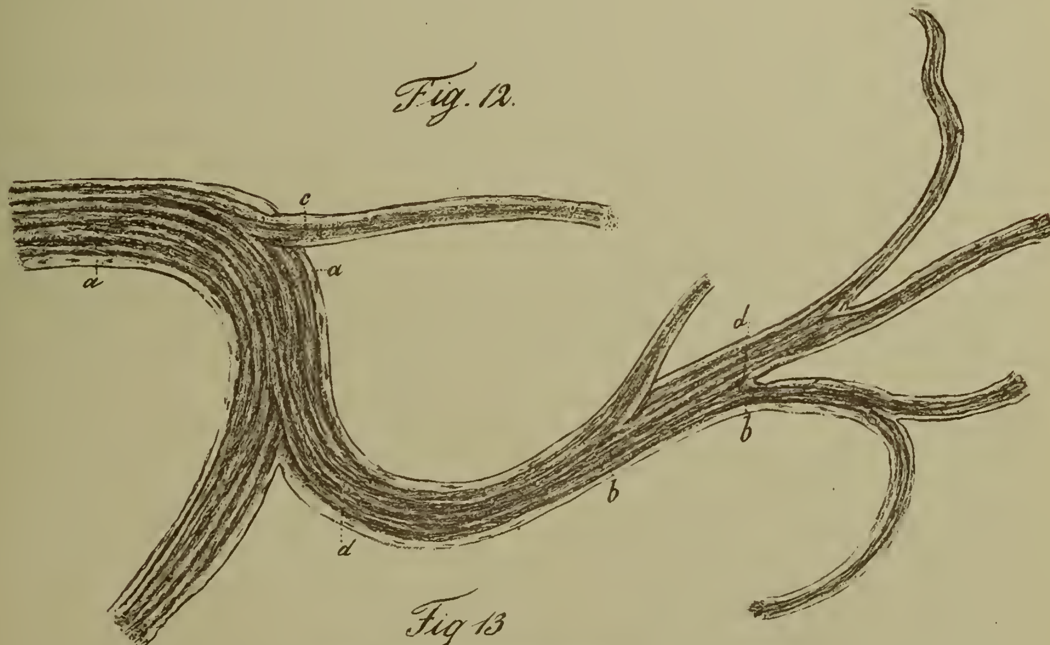


Fig 13



Fig. 14.

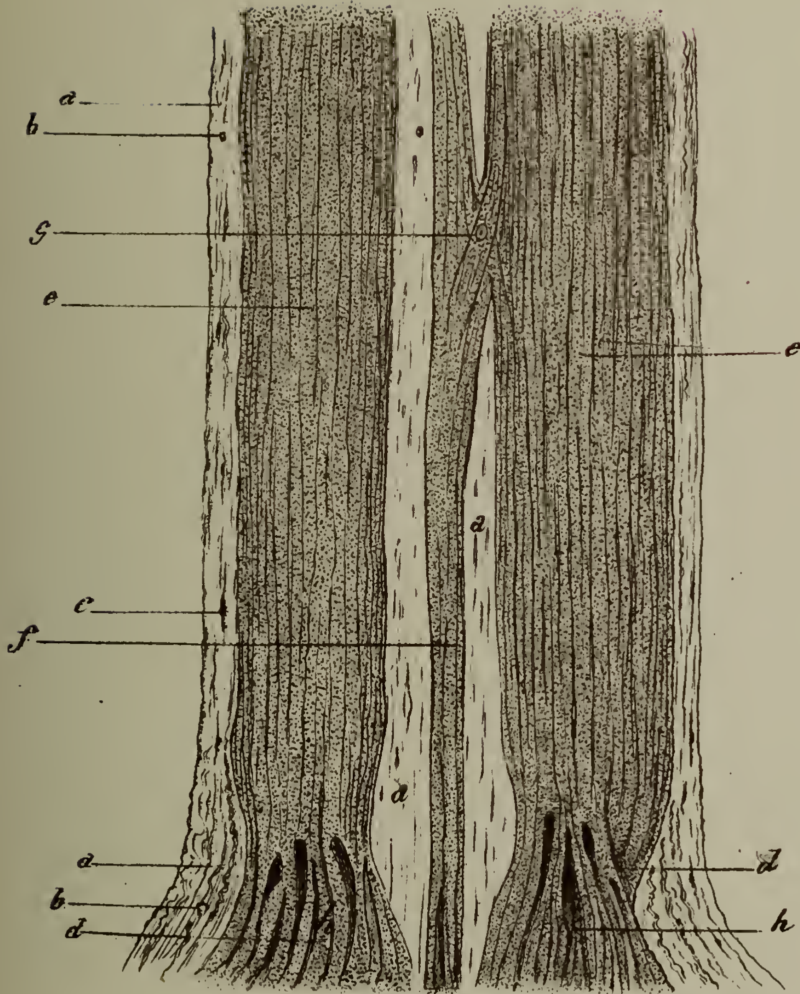


Fig. 15.

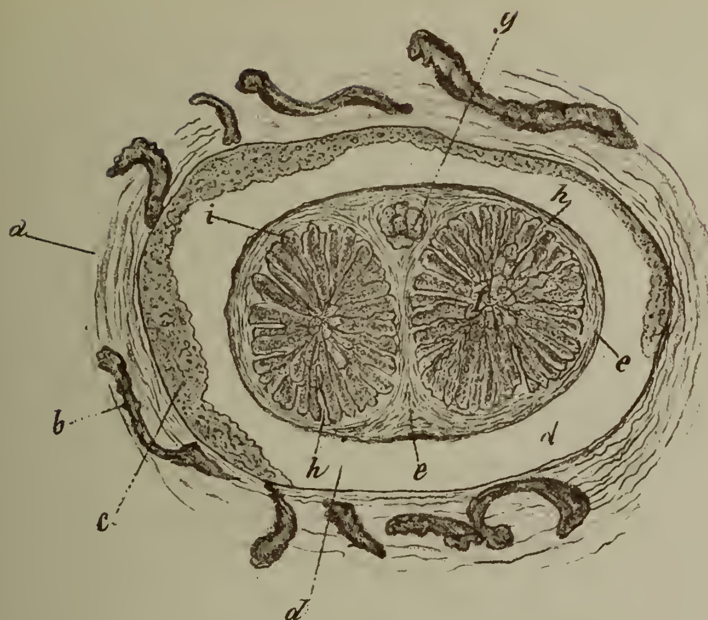


Fig. 16.

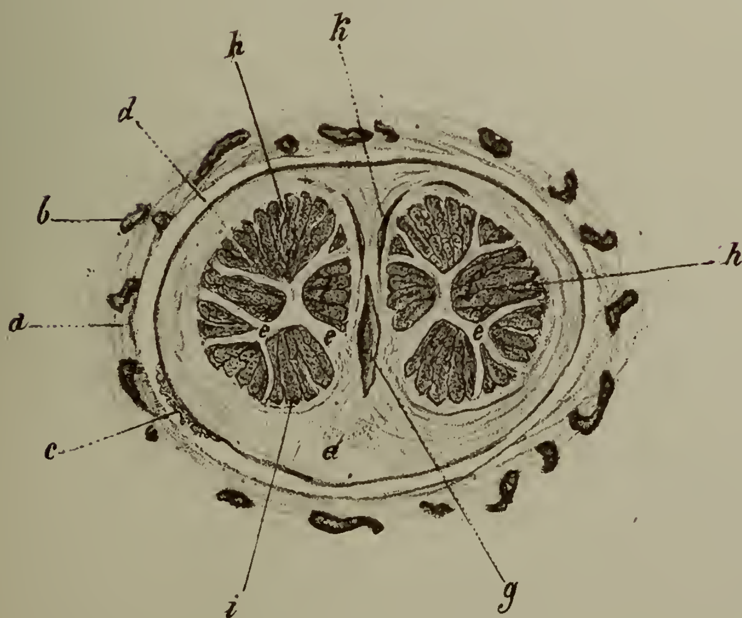




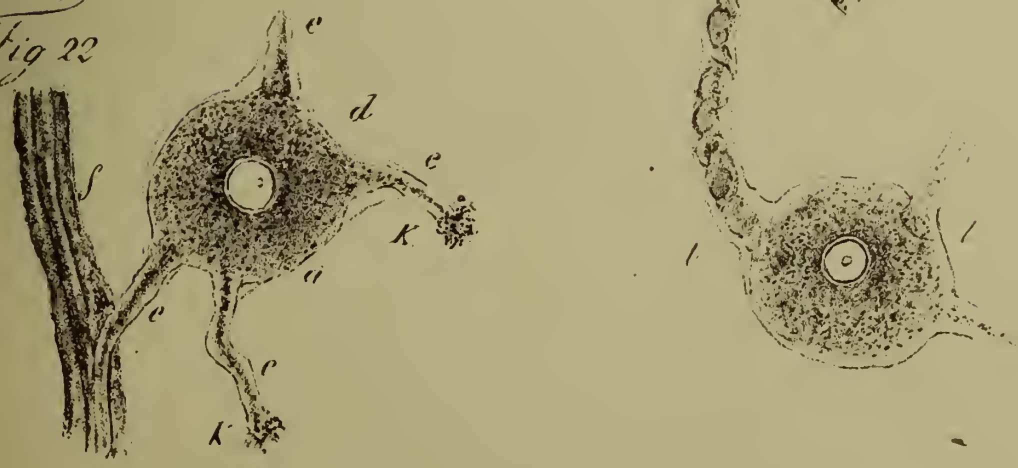




Fig. 19.



Fig. 21.



Taf. X

Fig 28

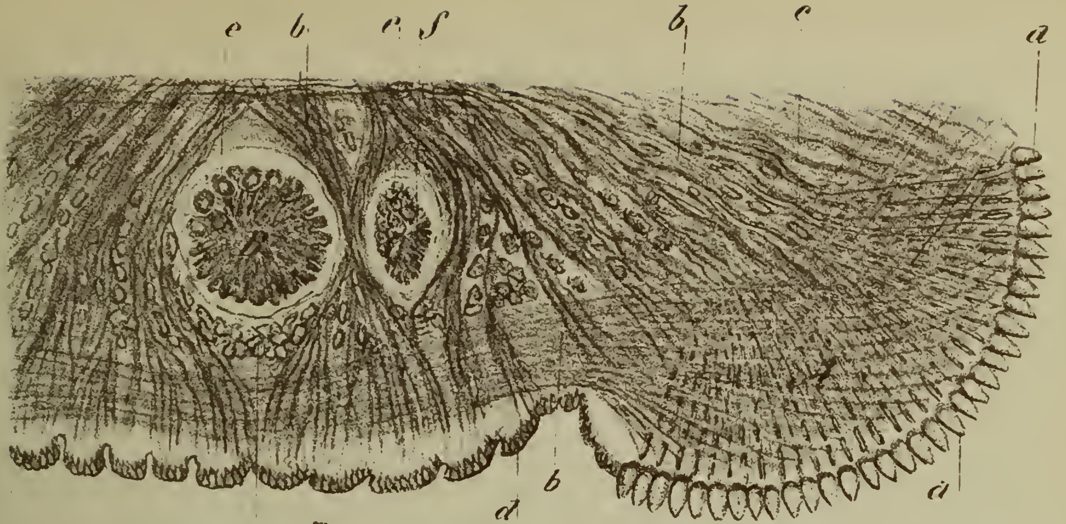




Fig 29

Fig 27.

Fig 25.

Fig 23.



Fig 24.

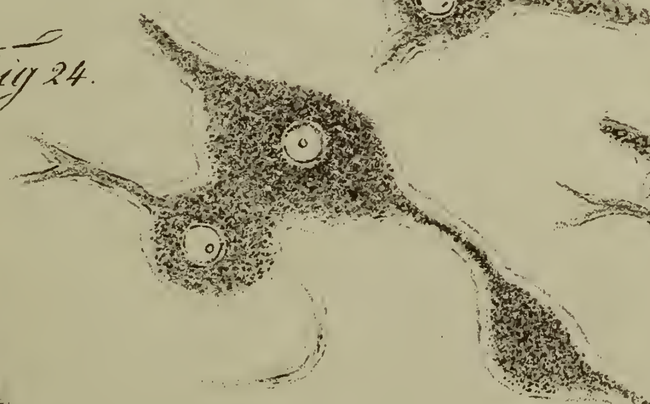


Fig. 26.



Fig. 30.



Fig. 30. a.

l r q d n h

a b c c S A x w D y u a 5 z t 6 E K C e B e a

p m v f o i g

Fig. 31.



Taf. XIII.



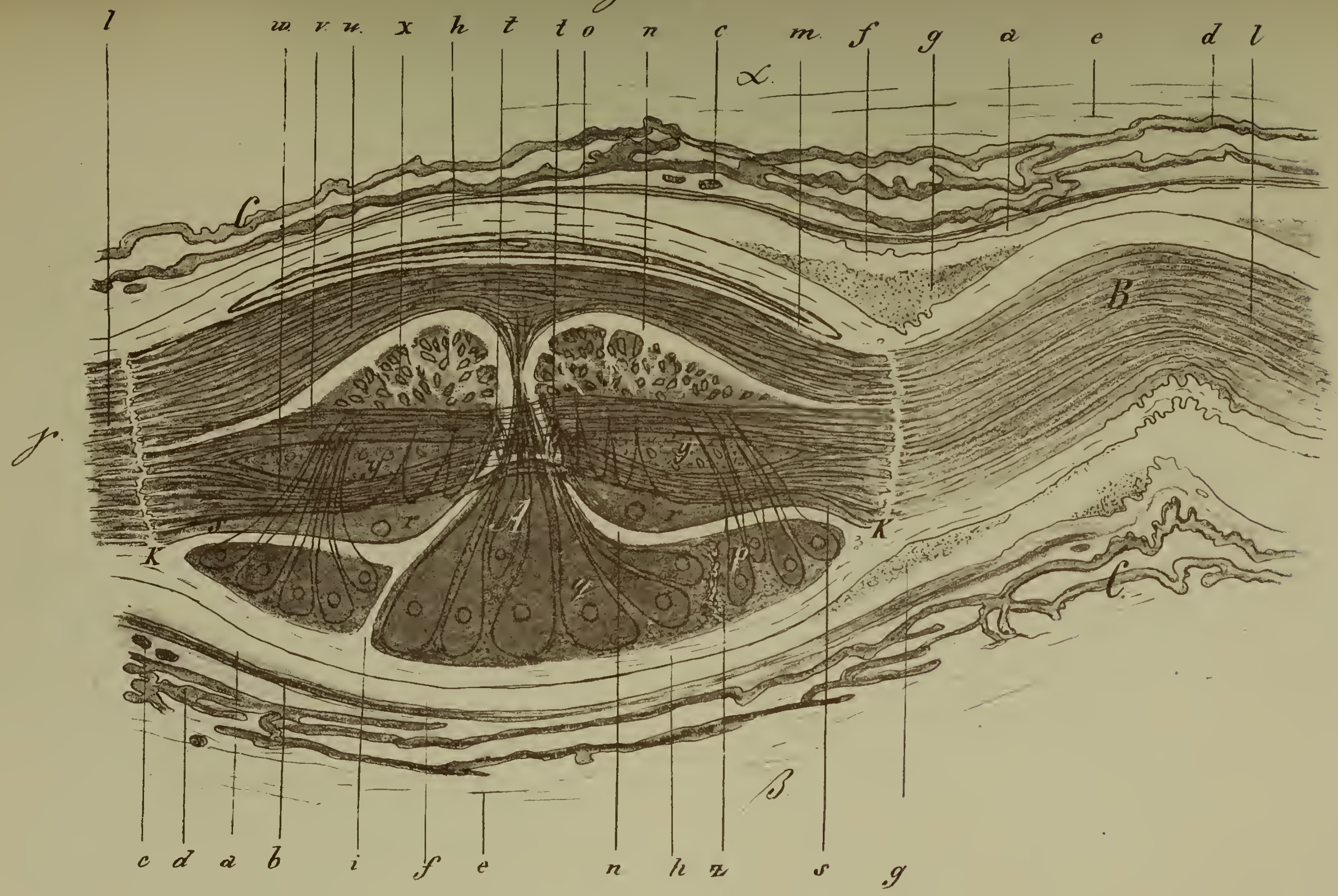
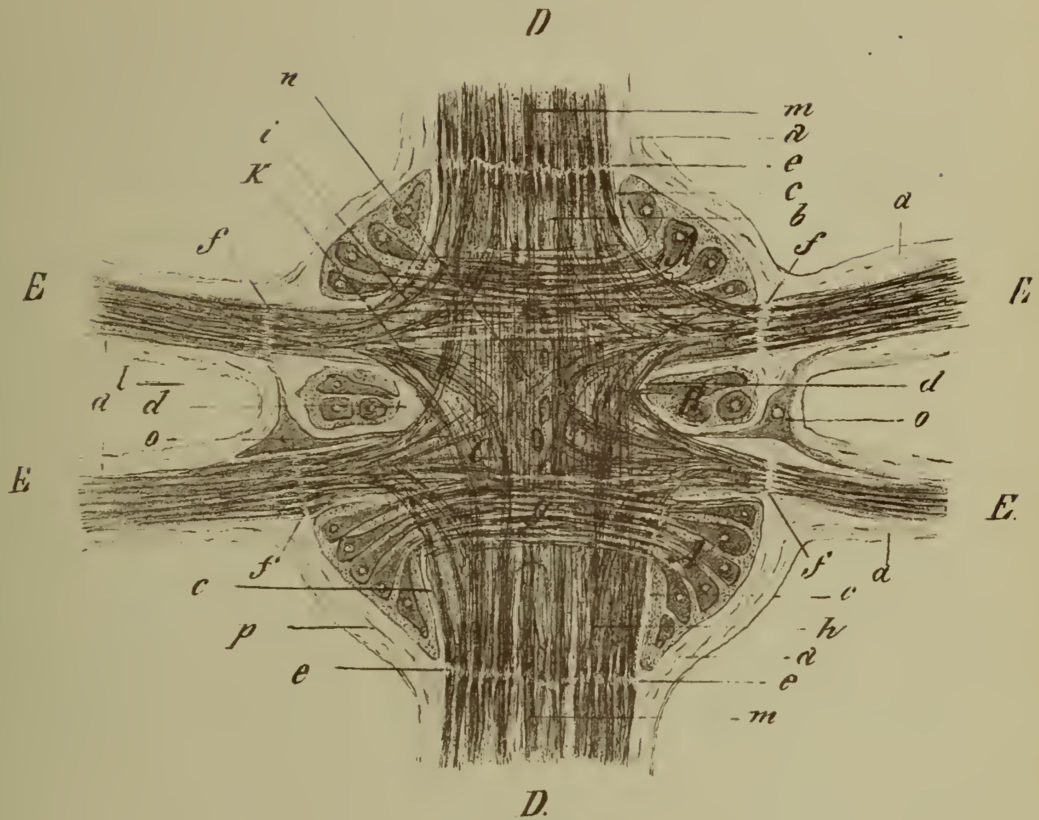

Fig. 32. d

Fig. 33.


D
n
m
a
i
e
K
c
b
a
f
f
E
E
l
d
d
d
o
o
E
E.
f
f
d
c
c
p
h
a
e
e
m
D.

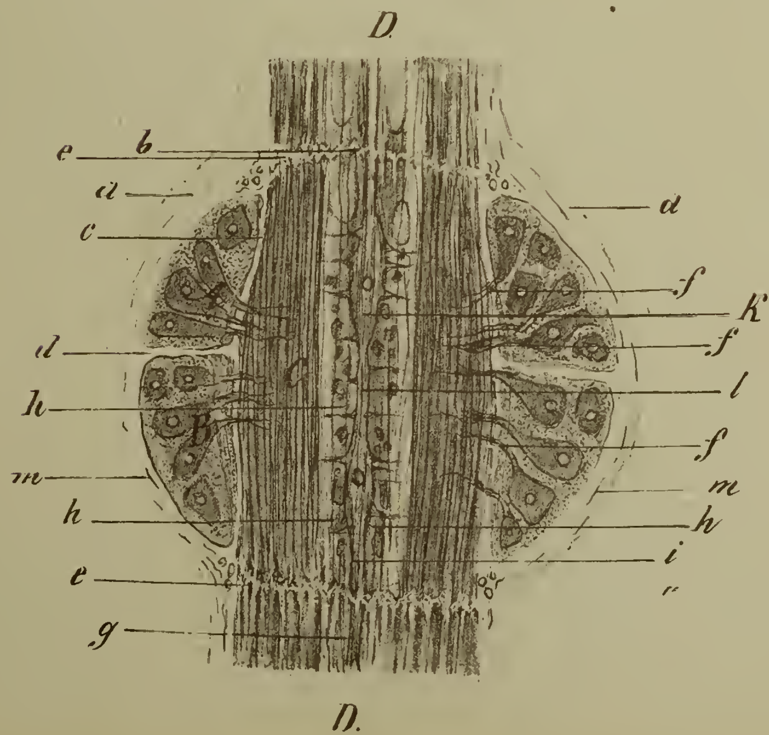
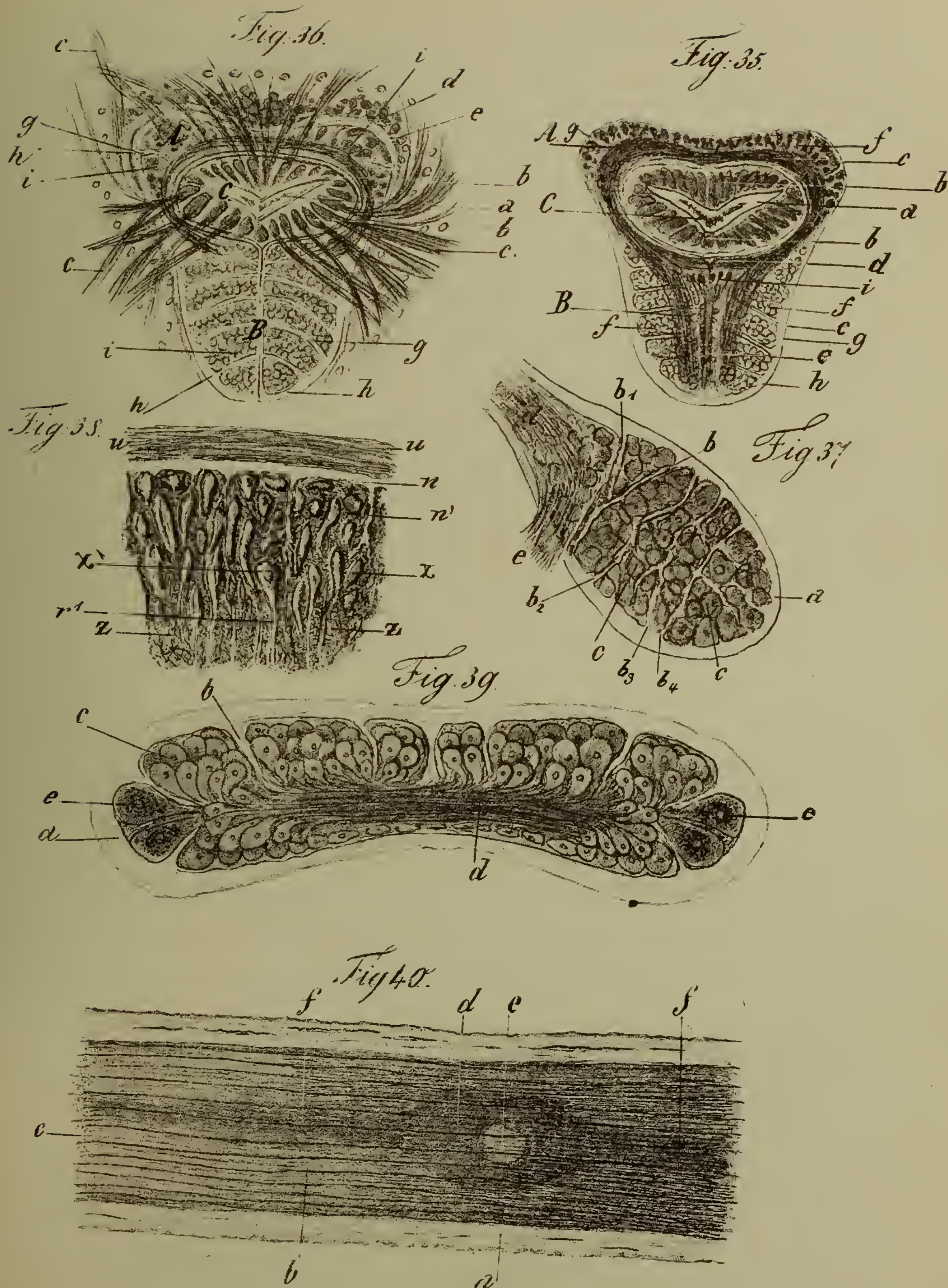

D.
e
b
a
a
c
f
K
d
f
l
h
f
m
m
h
h
i
e
g
D.

Fig. 34.

Taf. XVI.



Taf. XVII.

Fig. 41a.

a
p
b
b
h
b
e
l
g
m
i
e
a
d
s
d
q
o
r
n
r
i
c
i
m
K
n
c
f
c
r
f

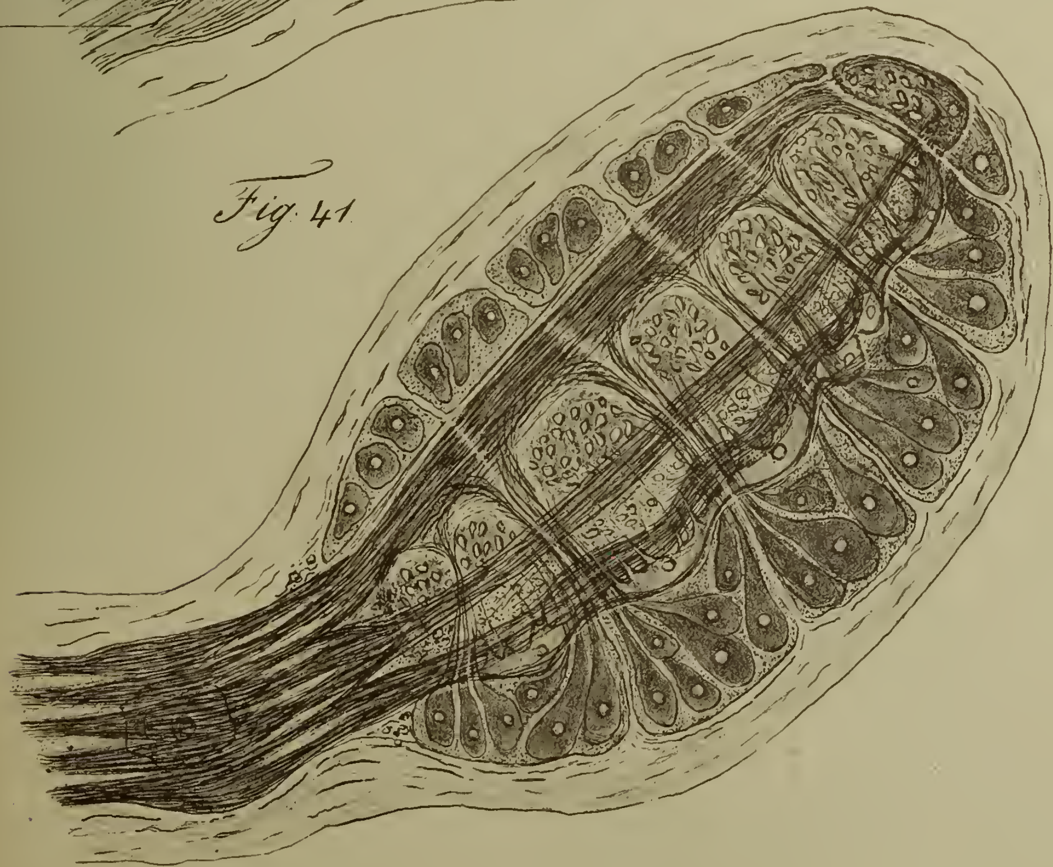


Fig. 41.

Fig. 42.

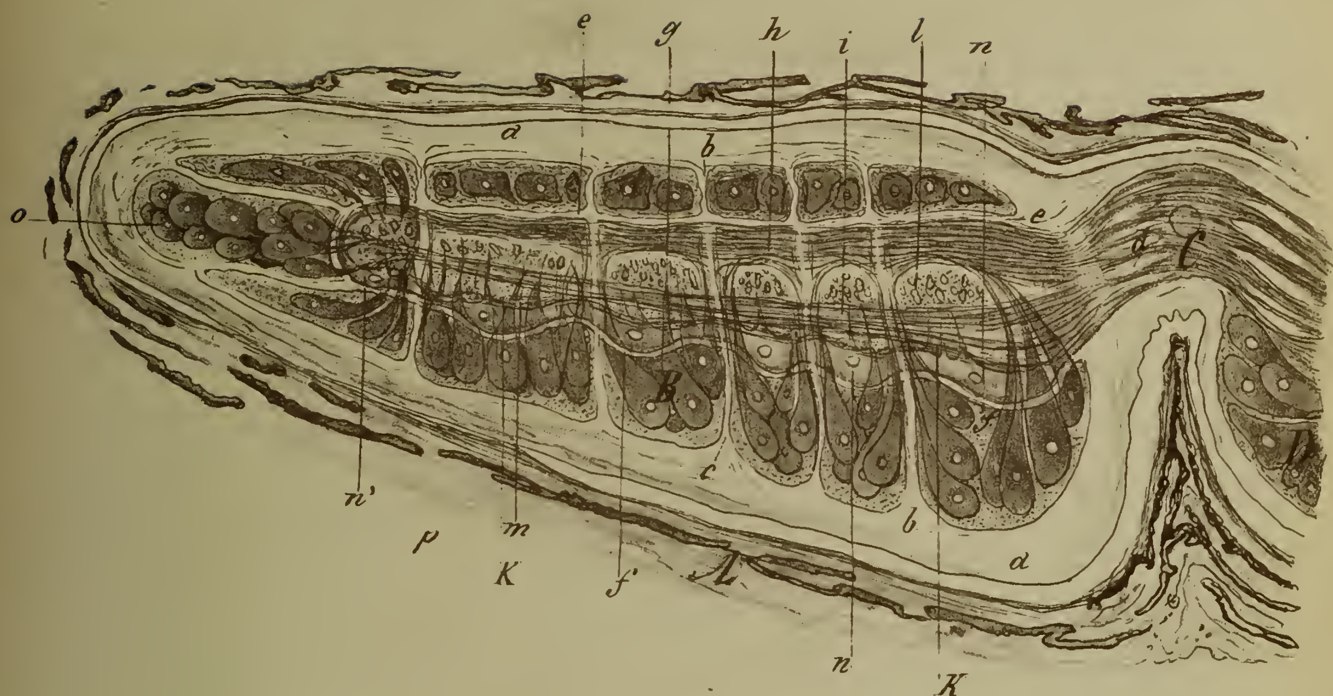
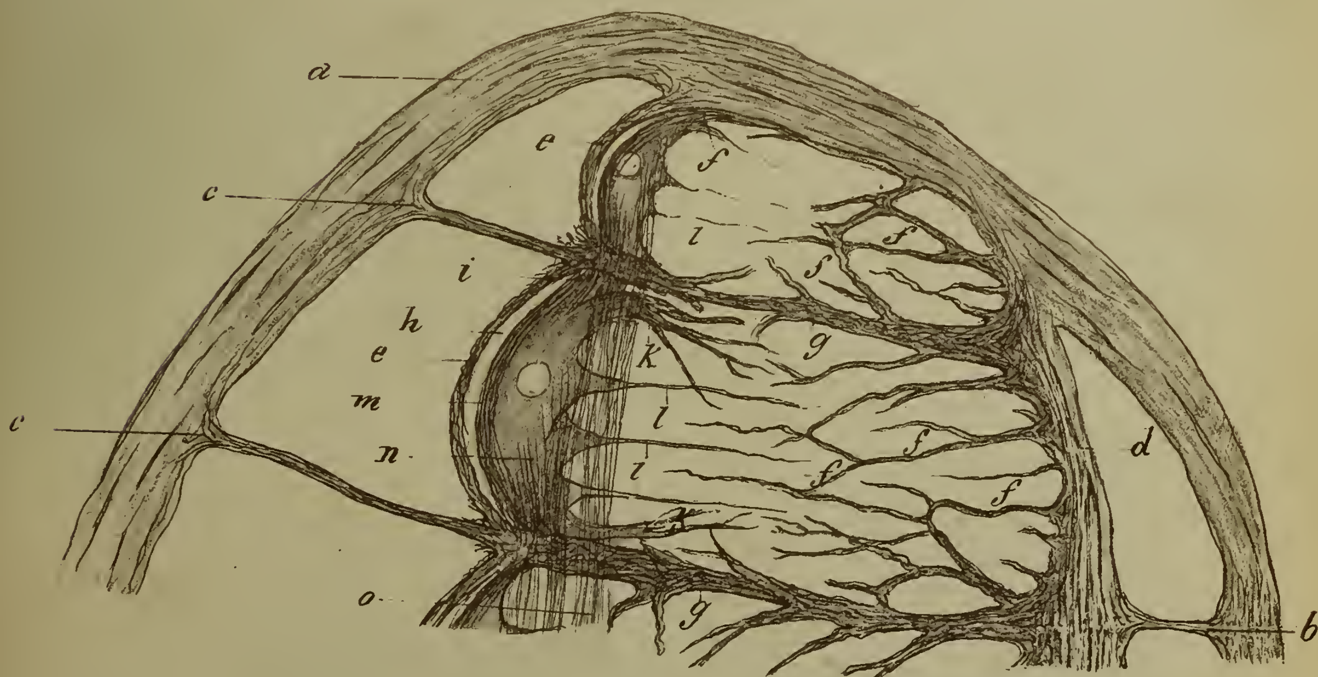


Fig. 43.



Gez. von Dr. E. Hermann. Druck v. Gebrüder Obpacher in München. Lith. v. C. Verdriès